

TESIS DOCTORAL

ALEJANDRO MARTÍNEZ PÉREZ-PÉREZ

**Evolución de la dieta en Cataluña y Baleares
desde el Paleolítico hasta la Edad Media
a partir de restos esqueléticos**

Septiembre 1990



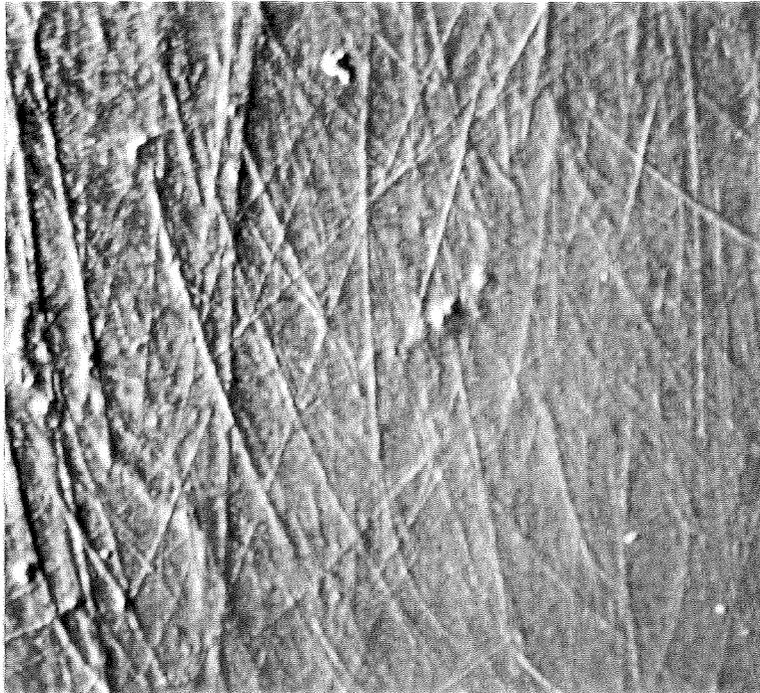


Foto III.5. Imagen contrastada por el analizador IBAS a partir de la imagen captada (foto III.4.)

2.4.2. Contrastado (foto III.5.)

El realzado de la imagen se ha limitado a una contrastación sencilla que no interfiera con la imagen *real* para distorsionar lo menos posible la imagen a analizar, pero facilitando el reconocimiento de las estructuras observables.

Se han aplicado dos tipos de procesos: 1) **corrección** de la iluminación y 2) **ampliación** de la escala de grises.

LOWPAS **Caracterización** del nivel medio de grises de toda la imagen.

SHDEF **Determinación** de las diferencias de iluminación en las diferentes zonas de la imagen.

SHADE **Compensación** de las diferencias e irregularidades en la iluminación del negativo.

NORMGR **Ampliación** de los niveles de gris de la imagen de forma que el valor mínimo de la imagen (tonalidad más próxima al negro) adquiere el valor 0 (negro) y el nivel más alto (tonalidad más próxima al blanco) adquiere el valor 1 (blanco). Si la dispersión de tonalidades de la imagen original es mínima, el efecto de contrastado es máximo.

2.4.3. Cuantificación de parámetros (foto III.6.)

Los parámetros analizados permiten caracterizar, por un lado, la réplica analizada y cada una de las estrías señaladas, por otro.

ID.NO **Identificación** de la fotografía a analizar mediante la introducción del identificador del individuo y del diente

DMAX, ANGDM

Definición de las variables a medir. Los objetos a medir se definen señalándolos mediante dos puntos. Según la definición de estría expuesta anteriormente, se consideró que está representada por una línea recta con un punto inicial y otro final, tomando arbitrariamente como punto inicial el más próximo al ángulo inferior izquierdo de la pantalla de visualización y como punto final el más próximo a la esquina superior derecha de la pantalla.

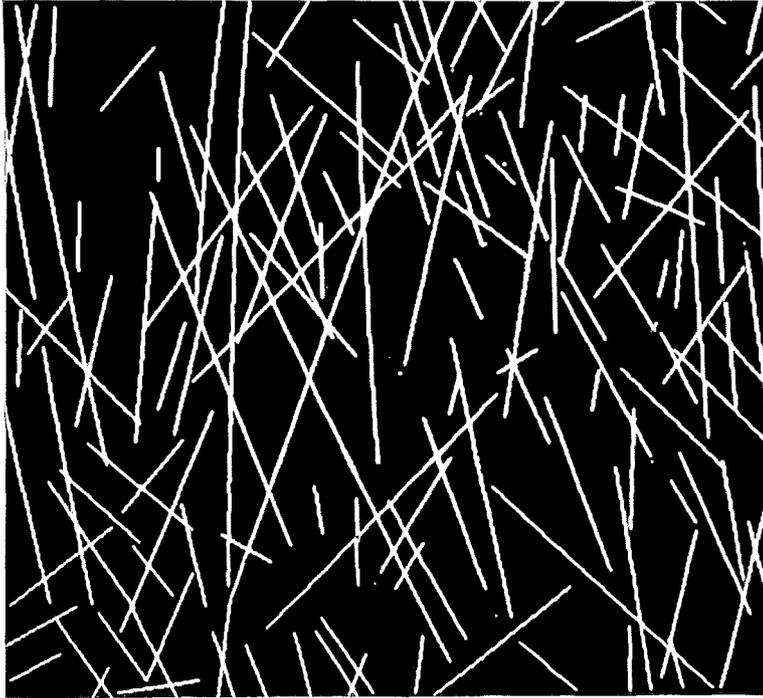


Foto III.6. Estrías señaladas y cuantificadas en el analizador IBAS a partir de la imagen contrastada (foto III.5.)

Se consideraron dos parámetros a medir:

DMAX : Diámetro máximo de los objetos considerados.

Dado que la estría está representada por una línea, su diámetro máximo coincide con su longitud. En el caso de que la estría presente algún grado de curvatura, la variable DMAX representa la distancia en línea recta entre el

punto de inicio y el del final, considerando, como ya se ha indicado, inicio y final arbitrariamente.

La longitud así definida representa en la mayoría de los casos la longitud real de la estría ya que éstas presentan preferentemente un componente rectilíneo muy marcado (foto III.5.). Sólo en algunos casos se observaron estrías con cierto grado de curvatura. En ellos se consideró que el efecto del conjunto de fuerzas que actúan sobre las partículas causantes de las estrías consiste en un vector de traslación equivalente de dicha partícula desde el punto inicial al final. La longitud de este vector resultante es, pues, representativo del trabajo real realizado por el conjunto de fuerzas aplicadas.

ANGDX : Angulo de orientación del diámetro máximo respecto a eje x definido como la horizontal.

El ángulo se mide en grados. Dado que el punto inicial y final de la estría se define arbitrariamente, sólo se han considerado los ángulos positivos de 0 a 180 grados. Para obtener ángulos positivos se ha definido arbitrariamente como inicio de la estría el punto inferior o cervical respecto al diente y como final de la misma el superior u oclusal. Si los dos puntos se encuentran a la misma altura, por definición, la estría se ha considerado estrictamente horizontal, asignándosele un ángulo de 0 grados. No habrá pues estrías de 180 grados. Si se señala la estría a la inversa, el ángulo negativo resultante se puede convertir en positivo sumándole 180:

$$\text{ang}(+) = 180 + \text{ang}(-)$$

MESINT Las estrías han sido señaladas una a una en cada fotografía marcando sobre la tabla digitalizadora sus puntos inicial y final. Los parámetros (longitud y orientación) eran automáticamente calculados.

OUTSGL Los datos de cada estría eran impresos en un listado en papel y almacenados en un fichero de ordenador del sistema operativo del IBAS para cada réplica analizada. Posteriormente los ficheros fueron traspasados a un ordenador personal tipo PC con un programa conversor del sistema operativo de IBAS al de MS-DOS.

RESET Reinicialización y puesta a cero del contaje de estrías.

PAUSE Pausa.

3. Caracteres descriptivos

Paralelamente al análisis de oligoelementos y del patrón de estriación dentaria se registraron datos de variables cualitativas informativas de las características de los individuos o de las series analizadas, que sirvieran en la interpretación de los resultados.

La determinación de variables como el sexo y la edad de los individuos analizados no constituye por sí misma un objetivo del presente trabajo. Estas variables se han utilizado con carácter descriptivo y para obtener agrupaciones que permitan analizar posibles diferencias entre los grupos considerados.

En general se han tomado datos de los responsables del estudio antropológico de las series, por lo que la metodología empleada para estas variables depende de cada autor.

3.1. Sexo

En general se utilizaron las determinaciones del sexo realizadas por las personas depositarias de las colecciones o encargadas de su estudio. En los yacimientos con enterramientos colectivos, sobre todo del Neolítico, el sexo no se consideró. Sólo se registró en series con un número de muestras representativas. Si no se disponía de una determinación del sexo, se clasificaron las muestras, cuando estas eran suficientemente representativas, por el tamaño de la tibia de donde se extraía la muestra de hueso.

3.2. Edad

También aquí se consideró la asignación a grupos de edad descrita en el estudio antropológico de la serie considerada. Para el análisis de oligoelementos se tomaron muestras sobre todo de individuos adultos en la mayoría de las series. Para la población de La Olmeda se estudió también la concentración de oligoelementos en individuos no adultos.

Los grupos de edad considerados se muestran en la tabla III.5. La sutura esfeno-occipital es el caracter de discriminación entre subadultos y adultos. Los individuos maduro y senil se distinguen por el estado de las piezas dentarias en general (desgaste, caries, abscesos, periodontitis, etc).

Tabla III.5. *Categorías de edad consideradas para las series analizadas*

Infantil	(I)	0-6	ausencia de M1
Juvenil	(J)	6-12	M1 presente, M2 ausente
Subadulto	(SA)	12-18	M2 presente, M3 ausente, sutura esfeno-occipital abierta
Adulto	(A)	18-40	M3 presente o no, sutura esfeno-occipital cerrada
Maduro	(M)	40-60	desgaste dentario moderado
Senil	(S)	60-	desgaste dentario severo

3.3. Otras variables cualitativas

Además de las variables ya descritas, también se registró el hueso del que procedía la muestra para análisis de oligoelementos (normalmente la tibia) y el lado anatómico en caso de huesos largos. En general, cuando se disponía de los huesos izquierdo y derecho del mismo individuo se tomó siempre el izquierdo. En series con enterramientos colectivos se tomaron muestras del lado mejor representado. Soló se consideró el otro lado cuando se podía determinar que se trataba de un individuo distinto por sus características particulares. A este respecto, se aceptaron los diagnósticos hechos por las personas encargadas del estudio de las series respectivas.

En series donde era posible, se registraron otras variables particulares. En La Olmeda se disponía de información sobre el tipo de orientación de los enterramientos, en Ceuta se registró la situación de las inhumaciones en el yacimiento y en L'Esquerda se tomó el tipo de enterramiento característico de los distintos periodos estudiados. Estas variables se considerarán en la discusión de los resultados obtenidos para cada serie.

4. Elaboración y manejo de datos

La elaboración de los datos obtenidos se ha realizado de forma automatizada. Para ello, se utilizaron diversos programas de *software*:

- | | |
|---------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| LOTUS 123 v. 2.0 | Base de Datos para los datos de oligoelementos. Cálculo de las concentraciones y de los índices. Confección de gráficas. |
| DBASE III plus y IV | Base de Datos del fichero de estríación dentaria, con más de 10000 registros. Fichero de estrías por individuos con 250 variables. La utilización de la versión IV respecto a la III plus aceleró el manejo de bases de datos de gran tamaño. |
| REFLEX v. 2.0 | Confección de cuadros de contaje de datos. Elaboración de tablas y resúmenes para la compactación del fichero de estrías dentarias. |
| SPSS PC+ v. 1.0 | Estudio estadístico de las variables cuantitativas obtenidas. Análisis de la varianza, comparación de medias (<i>t de Student</i>) y cálculo de correlaciones (<i>r de Pearson</i>). |

4.1. Adquisición de datos

Las bases de datos, donde se recopilaba la información obtenida, tanto para el análisis de oligoelementos como para las estrías dentarias se iniciaron en el programa LOTUS 123 v. 2.0.

4.1.1. Oligoelementos

Las lecturas de las absorbancias y concentraciones realizadas con el espectrómetro de absorción atómica se recogían en un listado impreso en el que aparecen tres lecturas para cada muestra. Con ellas se ha calculado el promedio para cada muestra y elemento analizado.

Los datos se introducían en una hoja de cálculo de Lotus 123 (DIETA.WK1) con las siguientes columnas definidas:

A.	NUM	Número de la muestra analizada.
B.	BURIAL	Identificador del individuo y la serie.
C.	HUESO	Hueso analizado.
D.	LADO	Lado de procedencia de la muestra.
E.	SEXO	Sexo del individuo.
F.	EDAD	Edad del individuo.
G.	PESO	Peso de las cenizas.
H.	ABSCA	Absorbancia de Ca.
I.	PPMSR	ppm de Sr.
J.	PPMZN	ppm de Zn.
K.	PPMCA	ppm de Ca.
N.	UGGSR	$\mu\text{g/g}$ de Sr.
O.	UGGZN	$\mu\text{g/g}$ de Zn.
P.	MGGCA	mg/g de Ca.
Q.	SRCA	Índice de Sr/Ca.
R.	ZNCA	Índice de Zn/Ca.
S.	SRCAC	Índice de Sr/Ca(c) corregido (OR).

Las variables se han calculado, con las fórmulas ya descritas anteriormente, en la misma hoja de Lotus.

La corrección del índice de Sr/Ca se ha realizado con el mismo índice Sr/Ca de los herbívoros *Bos*, *Ovis*, *Capra*, *Cervus* o *Lepus*, por ese orden de preferencia o en función de las disponibilidades de fauna para cada yacimiento.

4.1.2. Estriación dentaria

El proceso que se describe a continuación se ha seguido en diferentes ocasiones, en función de la disponibilidad de datos después de varias sesiones de analizador de imagen. Cada grupo de datos se fue incorporando, progresivamente, a una base de datos única.

El paso de ficheros de estrías dentarias del IBAS al PC daba lugar a ficheros de extensión PRN con datos numéricos tipo ASCII en formato exponencial. Estos fueron incorporados a una hoja electrónica de Lotus mediante la instrucción *Importar Números*. El identificador de cada individuo venía representado por una numeración correlativa a partir de 1 que posteriormente ha sido sustituido por aquél.

En Lotus el fichero constaba de las siguientes variables:

1. **BURIAL** : Numeración correlativa a partir de 1, representativa del indicador del individuo.
2. **NUM** : Numeración correlativa correspondiente a cada una de las estrías de la réplica.
3. **LENGTH** : Longitud de cada estría. Variable DMAX obtenida por el Analizador de Imagen IBAS. Se fijaba su formato con tres decimales.
4. **ANG** : Angulo de orientación de cada estría. Variable ANGDX obtenida por el analizador de Imagen IBAS. Se fijaba su formato también con tres decimales.

Este fichero de Lotus (**DATA.WK1**) se traspasó a un fichero tipo DBASE III plus (**DATA.DBF**) con el comando *Translate* desde el menú de las utilidades de Lotus. En DBASE se añadieron dos variables nuevas mediante la instrucción *Modify structure*.

5. **ANGLE** : variable calculada a partir de la variable **ANG**, para eliminar los valores negativos que pudiera haber y transformar el valor 180 a 0.

Si al marcar las estrías en el analizador de imagen se respetaba la definición arbitraria, indicada anteriormente, de inicio y final de la estría y se señalaban por ese orden, el ángulo obtenido era siempre positivo. Si se seleccionaban al revés, se obtenía el ángulo complementario con signo negativo.

La transformación se realizó en **DBASE** con las siguientes instrucciones:

```
replace ANGLE with ANG for ANG > 0  
replace ANGLE with 180 + ANG for ANG <= 0  
replace ANGLE with 0 for ANG = 180
```

6. **BURIALNU** : variable incorporada a partir de la variable **BURIAL**. El directorio de los ficheros del **IBAS** proporcionaba un listado con la numeración correlativa y su correspondencia con el identificador introducido con la instrucción **ID.NO** del programa del **IBAS**.

```
replace BURIALNU with 000000.000 for BURIAL = 0
```

donde *000000.000* se sustituye por el identificador del individuo y *0* por el valor de la variable **BURIAL**.

En el identificador (00 0000 . 000) los 2 primeros dígitos corresponden a la serie analizada (10: La Olmeda, 20: L'Esquerda, 30: Epipaleolíticos y 70: Fuegoños) para las estrías dentarias. Los siguientes 4 dígitos corresponden al número de individuo y los últimos tres decimales al maxilar, lado y diente estudiado, respectivamente.

El fichero de **DBASE III** así creado (**DATA.DBF**) se incorporó a continuación a una base de datos en **DBASE IV** (**STRIA.DBF**) donde se acumularon todos los datos. La incorporación se realizó mediante la instrucción **append from DATA.DBF**.

La utilización de DBASE IV en este caso fue debida al gran volumen de datos a almacenar y a la necesidad de acelerar su manejo.

La estructura del fichero resultante fue:

Variable	Tipo	Anchura	Decimales
1. BURIAL	Numerico	9	0
2. NUM	Numerico	9	0
3. LENGTH	Numerico	9	3
4. ANG	Numerico	9	3
5. ANGLE	Numerico	9	3
6. BURIALNU	Numerico	10	3

4.2. Análisis de datos

El análisis de los datos se realizó utilizando diversos programas según las necesidades:

- a. **DBASE IV** Bases de datos y cálculo de nuevas variables.
- b. **REFLEX v.2** Análisis de las medias, desviaciones estándar y tamaños muestrales, obtención de resúmenes de bases de datos, análisis de la distribución de frecuencias.
- c. **SPSS PC+** Estudio de las correlaciones, análisis de la varianza, diferencias entre medias (t de Student).

4.2.1. Oligoelementos

A partir del fichero **DIETA.DBF** se traspasaron los datos a SPSS para el análisis estadístico. No se requirió en este caso el cálculo de nuevas variables.

4.2.2. Estriación dentaria

A partir del fichero *largo* de datos (STRIA.DBF), con un registro para cada estría, se obtuvo un fichero *corto* con los valores promedio de las estrías para cada diente analizado. El proceso se realizó en dos pasos sucesivos:

4.2.2.1. Codificación de las variables descriptivas

En primer lugar se identificó el diente analizado, a partir del número identificador de tres dígitos, según se especifica en el apartado 2.1. de este capítulo.

Para ello se añadieron tres variables al fichero STRIA.DBF:

7. MAX: Maxilar: Mandíbula o Maxila.

*replace MAX with "MAND" for (BURIAL-Int(BURIAL))*10 < 1*
*replace MAX with "MAX" for (BURIAL-Int(BURIAL))*10 >= 1*

8. SIDE: Lado: Izquierdo o Derecho.

*replace SIDE with "I" for ((BURIAL*10)-Int(BURIAL*10))*10 < 1*
*replace SIDE with "D" for ((BURIAL*10)-Int(BURIAL*10))*10 >= 1*

9. DENT: Diente: M1 o Pm4

*replace DENT with "M1" for ((BURIAL*100)-Int(BURIAL*100))*10=0*
*replace DENT with "Pm4" for ((BURIAL*100)-Int(BURIAL*100))*10=1*

A continuación se añadieron tres nuevas variables descriptivas del tipo de orientación de cada estría siguiendo los trabajos de PUECH *et al.* (1980) y FINE & CRAIG (1981):

10. PUECH: Orientación distinguiendo entre estrías horizontales (H), verticales (V) y oblicuas mesio-distales (MD) y disto-mesiales (DM).

El criterio utilizado para la clasificación se indica en la tabla III.6. En la figura III.3. se muestra un esquema de los tipos de orientación definidos en dicha tabla.

Tabla III.6. Criterio utilizado para la caracterización de las estrías según la clasificación de PUECH (1980). I: izquierdo, D: derecho, DM: disto-mesial, MD: mesio-distal, H: horizontal, V: vertical

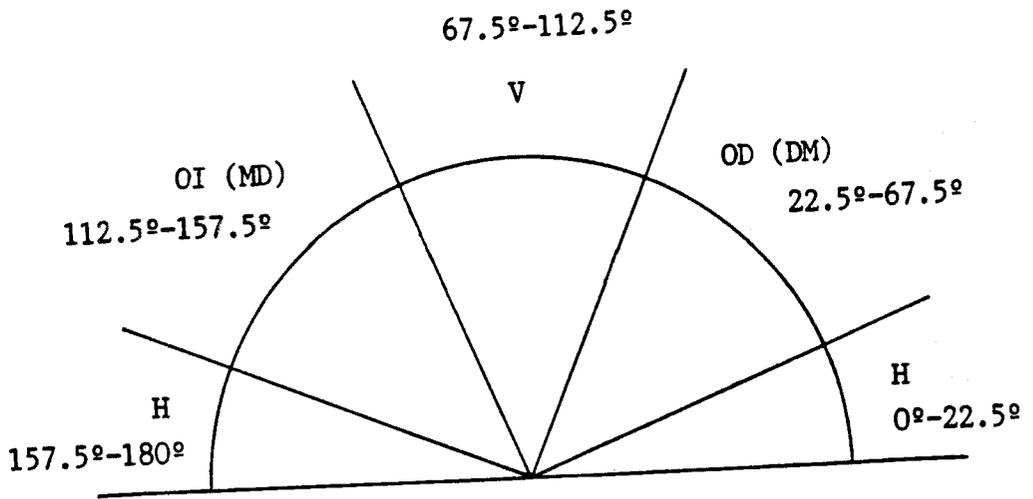
Angulo	Maxila		Mandíbula	
	I	D	I	D
$22.5^\circ < \alpha \leq 67.5^\circ$	MD	DM	DM	MD
$112.5^\circ \leq \alpha < 157.5^\circ$	DM	MD	MD	DM
$67.5^\circ < \alpha < 112.5^\circ$	V	V	V	V
$157.5^\circ \leq \alpha \leq 22.5^\circ$	H	H	H	H

La definición de cada tipo de orientación (figura III.3), será, pues, la siguiente:

Estrías verticales: estrías de cualquier diente, lado y posición cuya orientación ocupe un sector de semicírculo de 45° centrado alrededor de los 90° .

Estrías horizontales: estrías de cualquier diente, lado y posición cuya orientación ocupe dos sectores de semicírculo de 22.5° cada uno, situados de 0 a 22.5° el primero y de 157.5 a 180° el segundo, es decir, al principio y al final del rango de variación de la variable ANGLE.

A



B

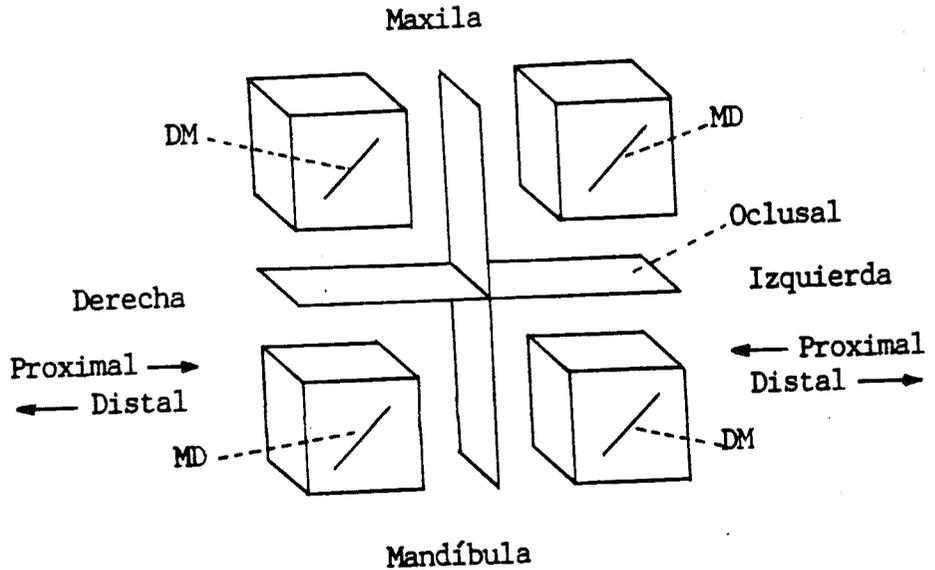


Figura III.3. a) Esquema de los tipos de orientaciones posibles de las estrías en función del ángulo de orientación. b) Clasificación de las estrías según su posición, lado y diente, siguiendo la clasificación de PUECH et al. (1980)

Estrías oblicuas: estrías cuya orientación comprende dos sectores de 45° cada uno situados entre los sectores ya definidos para las estrías verticales y para las horizontales. Distinguiremos dos tipos:

Estrías mesiodistales: aquellas que, situado el diente en posición anatómica, presentan una dirección definida de forma que el extremo más oclusal de la estría sea al mismo tiempo el más mesial o proximal.

Estrías distomesiales: aquellas que, situado el diente en posición anatómica, presentan una dirección definida de forma que el extremo más oclusal de la estría sea al mismo tiempo el más distal.

Se definen de esta forma dado que se considera que las estrías producidas por una misma fuerza, que actúa sobre dientes de maxilar y/o lado distinto, no presentan la misma orientación respecto a la superficie oclusal del diente en el que se encuentran. A pesar de ello, se deben considerar como orientadas de la misma forma ya que su origen es una fuerza o varias fuerzas de la misma dirección (el sentido de la fuerza es indiferente). O lo que es lo mismo, estrías que presentan la misma disposición respecto a la superficie oclusal del diente en el que se encuentran pueden haber sido provocadas por fuerzas de distinta dirección dependiendo de la posición en que se encuentre el diente.

El programa utilizado para el cálculo de la variable PUECH fue:

replace PUECH with "MD" for (MAX = "MAX" .and. SIDE= "I" .and. (ANGLE > 22.5 .and. ANGLE <= 67.5)) .or. (MAX= "MAN" .and. SIDE = "D" .and. (ANGLE > 22.5 .and. ANGLE <= 67.5))

replace PUECH with "MD" for (MAX = "MAX" .and. SIDE = "D" .and. (ANGLE >= 112.5 .and. ANGLE < 157.5)) .or. (MAX = "MAN" .and. SIDE = "I" .and. (ANGLE > 112.5 .and. ANGLE <= 157.5))

replace PUECH with "DM" for (MAX = "MAX" .and. SIDE = "D" .and. (ANGLE > 22.5 .and. ANGLE <= 67.5)) .or. (MAX = "MAN" .and. SIDE = "I" .and. (ANGLE > 22.5 .and. ANGLE <= 67.5))

replace PUECH with "DM" for (MAX = "MAX" .and. SIDE = "I" .and. (ANGLE >= 112.5 .and. ANGLE < 157.5)) .or. (MAX = "MAN" .and. SIDE = "D" .and. (ANGLE > 112.5 .and. ANGLE <= 157.5))

replace PUECH with "V" for ANGLE > 67.5 .and. ANGLE < 112.5

replace PUECH with "H" for ANGLE >= 157.5 .or. ANGLE <= 22.5

11. ORIENT: Orientación distinguiendo entre estrías horizontales (H), verticales (V), oblicuo-derechas (OD) y Oblicuo-izquierdas (OI).

Se calculó esta variable sin tener en cuenta la dirección de la fuerza que formó la estría, para que sirviera de control de la variable PUECH.

Se definen como estrías **Oblicuo-derechas** aquellas cuyo extremo más oclusal está situado más próximo a la esquina superior **derecha** en el negativo fotográfico.

Se definen como estrías **Oblicuo-izquierdas** aquellas cuyo extremo más oclusal está situado más próximo a la esquina superior **izquierda** en el negativo fotográfico.

replace ORIENT with "OD" for ANGLE > 22.5 .and. ANGLE <= 67.5

replace ORIENT with "OI" for ANGLE >= 112.5 .and. ANGLE < 157.5

replace ORIENT with "V" for ANGLE > 67.5 .and. ANGLE < 112.5

replace ORIENT with "H" for ANGLE >= 157.5 .or. ANGLE <= 22.5

12. CRAIG: Orientación de las estrías considerando tan solo dos clases: verticales y horizontales, cuyo límite de separación es la orientación de 45°.

replace CRAIG with "V" for ANGLE > 45 .and. ANGLE < 135
replace CRAIG with "H" for ANGLE <= 45 .or. ANGLE >= 135

Utilizando el programa **REFLEX v.2** se estudió la distribución de frecuencias de la variable **LENGTH**, para comprobar si se ajustaba a una distribución normal. Los resultados obtenidos indicaban que la variable sigue una distribución logarítmica-normal (apartado IV.2.1.1.) por lo que se procedió a la transformación de la variable de la forma:

$$\text{LNLENGTH} = \ln (\text{LENGTH})$$

Todo el análisis que sigue se realizó con esta transformación.

La estructura final del fichero *largo* (**STRIA.DBF**), en el que cada registro define una estría, es la siguiente:

	Variable	Tipo	Anchura	Decimales
1.	BURIALNU	Numérico	9	0
2.	NUM	Numérico	9	0
3.	LENGTH	Numérico	9	3
4.	ANG	Numérico	9	3
5.	ANGLE	Numérico	9	3
6.	BURIAL	Numérico	10	3
7.	MAX	Texto	4	
8.	SIDE	Texto	1	
9.	DENT	Texto	3	
10.	PUECH	Texto	2	
11.	ORIENT	Texto	2	
12.	CRAIG	Texto	1	

4.2.2.2. Cálculo de las medias para cada diente

A partir del fichero STRIA.DBF se obtuvo un fichero idéntico traducido a Reflex (STRIA.R2D) con las mismas variables. El programa Reflex permite hacer resúmenes (*Reports*) calculando las medias, desviaciones estandar y tamaños muestrales para una serie larga de datos. Se realizó un resumen con los tres tipos de clasificación de las orientaciones (PUECH, ORIENT, CRAIG). El fichero ascii resultante (STRIND.PRN) se importó directamente a Lotus (STRIND.WK1), donde se ordenaron los registros por diente y se separaron los datos para cada diente en diferentes columnas. Después se creó en DBASE III un fichero para cada diente.

Para pasar la información de cada diente a un fichero donde cada registro representase a un individuo, se creó en DBASE IV un fichero, que contenía todas las variables vacías, con un listado de todos los individuos analizados. A continuación la instrucción **update** de DBASE permitió leer los datos de cada uno de los ficheros de dientes y traspasarla al fichero *master* correspondiente de forma que sólo se traspasara en cada caso información de registros con el mismo identificador de individuo.

El resultado final fueron los ficheros STRIND1.DBF, para los resúmenes de la variable PUECH, STRIND2.DBF para la variable CRAIG y STRIND3.DBF para la variable ORIENT. Los ficheros resultantes, en los que cada registro representa a un individuo, presentan la siguiente estructura:

STRIND.DBF

1. BURIAL Identificador del individuo

promedios (X), std (S) y n (N) de las estrías verticales (V), horizontales (H), mesio-distales (MD) y disto-mesiales (DM) para cada diente (i).

- | | | |
|----------------------|----------------------|-----------------------|
| 2. XPDM _i | 3. SPDM _i | 4. NPDM _i |
| 5. XPH _i | 6. SPH _i | 7. NPH _i |
| 8. XPMD _i | 9. SPMD _i | 10. NPMD _i |
| 11. XPV _i | 12. SPV _i | 13. NPV _i |
| 14. XPT _i | 15. SPT _i | 16. NPT _i |

repitiéndose el bloque para $i=1$ hasta $i=8$, donde i equivale a cada diente (1=000, 2=001, 3=010, 4=011, 5=100, 6=101, 7=110 y 8=111)

El mismo tipo de estructura que para la variable **PUECH** se definió para las clasificaciones indicadas en la variable **ORIENT**. En el caso de la variable **CRAIG** no existen variables para estrías oblicuas. Resultaron finalmente los tres ficheros indicados (**STRIND1.DBF** y **STRIND3.DBF** de 121 variables cada uno y **STRIND2.DBF** de 73 variables).

Finalmente, dichos ficheros se incorporaron al programa **SPSS PC+** para analizar la variabilidad interdientaria e intrapoblacional de los promedios del logaritmo de las longitudes de las estrías para cada individuo.

IV. RESULTADOS

IV. RESULTADOS

En este capítulo se muestran por separado los resultados obtenidos para el análisis de oligoelementos y la estriación dentaria. En cada caso se incide en tres aspectos principales: 1) **Distribución** de frecuencias de las variables analizadas, 2) **Parámetros estadísticos** para las agrupaciones consideradas en cada caso y 3) resultados del análisis por periodos y series.

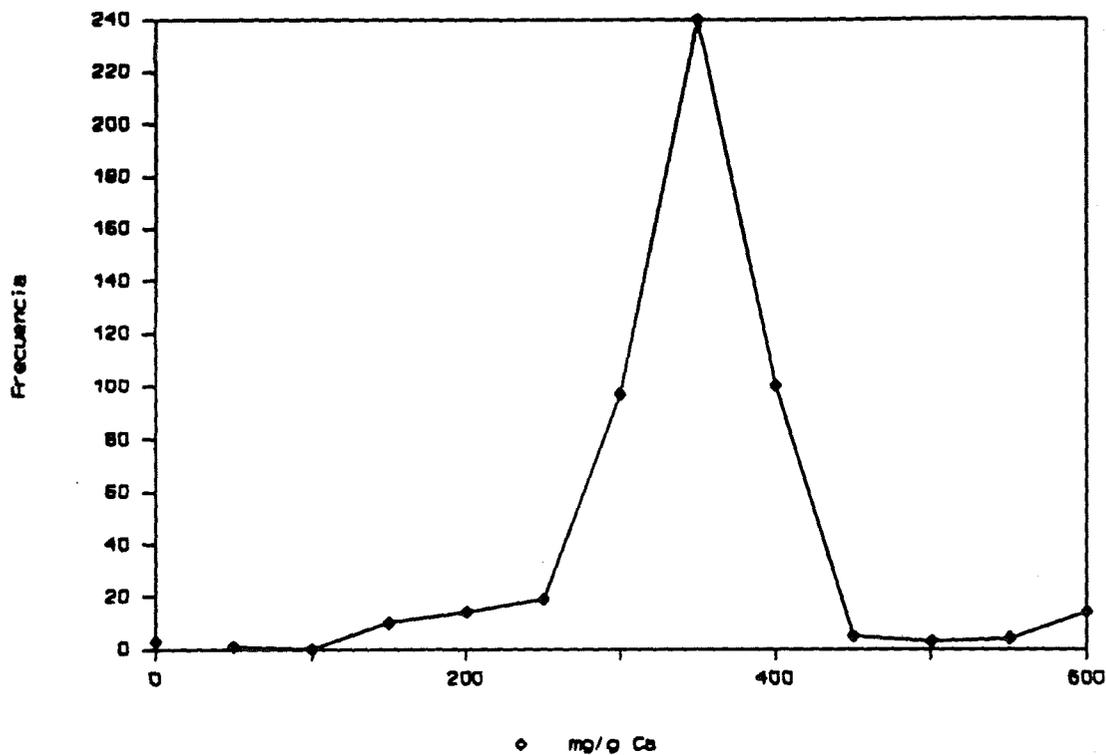
1. Oligoelementos

A continuación se presentan los resultados obtenidos del análisis de oligoelementos para todas las muestras estudiadas. Los elementos analizados son el Ca, Sr y Zn en todas las series. Además se determina el contenido en Ba, Mg, Mn, Fe y Cu en algunas de las poblaciones analizadas. El estudio incluye muestras de fauna marina actual, fauna fósil, muestras óseas humanas y tierra de los yacimientos considerados.

1.1. Distribución de las variables e índices

Se han calculado las distribuciones de frecuencias para todas las variables consideradas y en todos los casos se ha determinado si la distribución de las frecuencias acumulativas se ajusta a una distribución normal mediante el test no paramétrico de **Kolmogorov-Smirnov**. Es un test aplicable a distribuciones continuas de frecuencias. El test determina si la diferencia máxima entre las frecuencias acumulativas observadas y las esperadas es significativa. La hipótesis nula será que los datos observados han sido extraídos de una población de distribución normal de frecuencias.

1.1.1. mg/g Ca

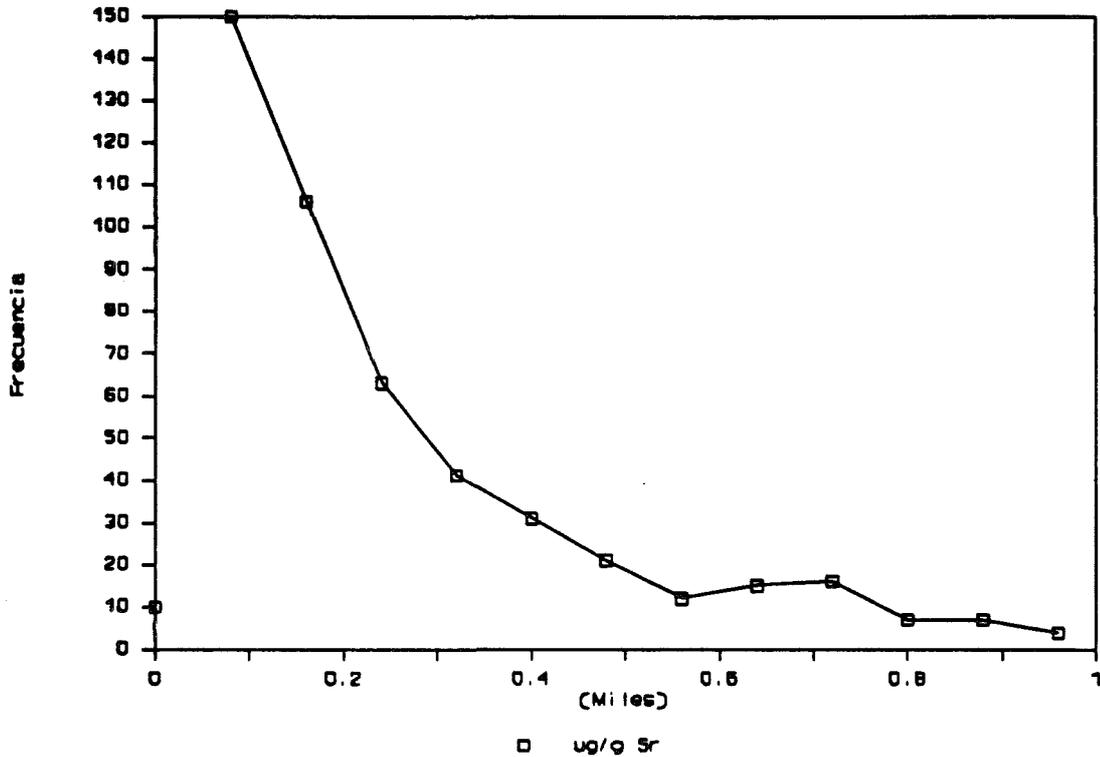


Media: 355.2395 Std: 107.8673 n: 614

Diferencias máximas				
Absoluta	Positiva	Negativa	K-S Z	2-tailed p
.21076	.17745	-.21076	5.223	.000

Figura IV.1. Distribución de frecuencias de la variable mg/g de Ca y test de Kolmogorov-Smirnov de Normalidad

1.1.2. $\mu\text{g/g Sr}$

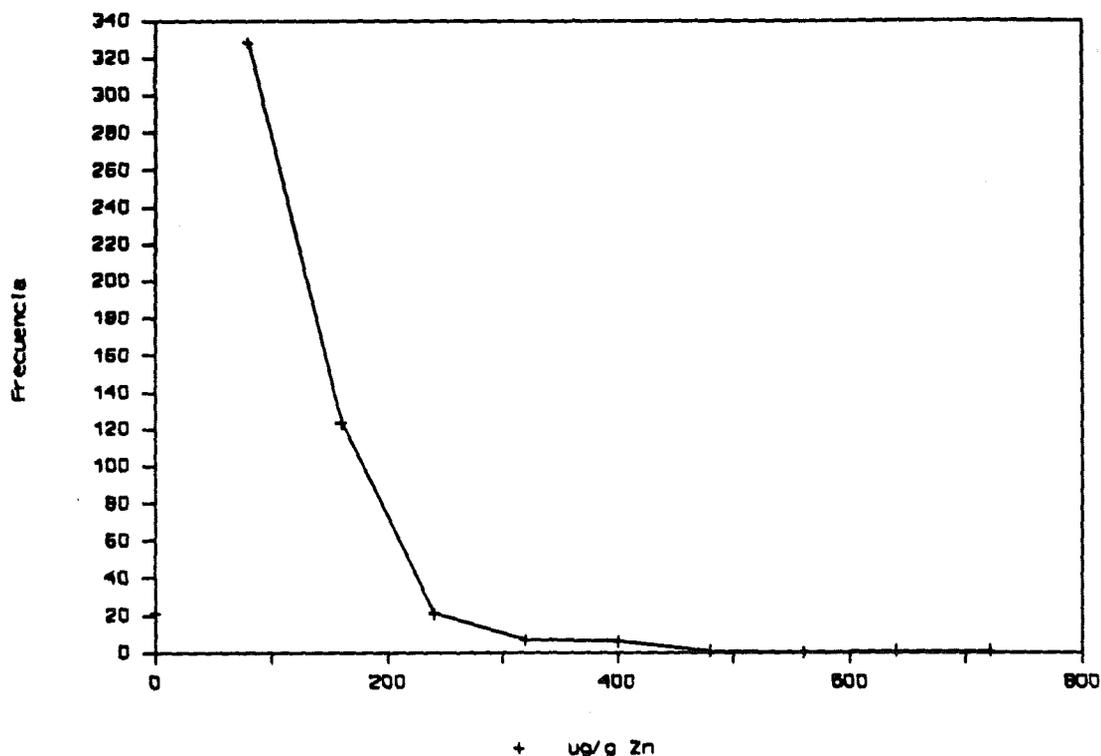


Media: 420.0175 Std: 673.0327 n: 614

Diferencias máximas		Negativa	K-S Z	2-tailed p
Absoluta	Positiva			
.28292	.24075	-.28292	7.010	.000

Figura IV.2. Distribución de frecuencias de la variable $\mu\text{g/g de Sr}$ y test Kolmogorov-Smirnov de Normalidad

1.1.3. $\mu\text{g/g Zn}$

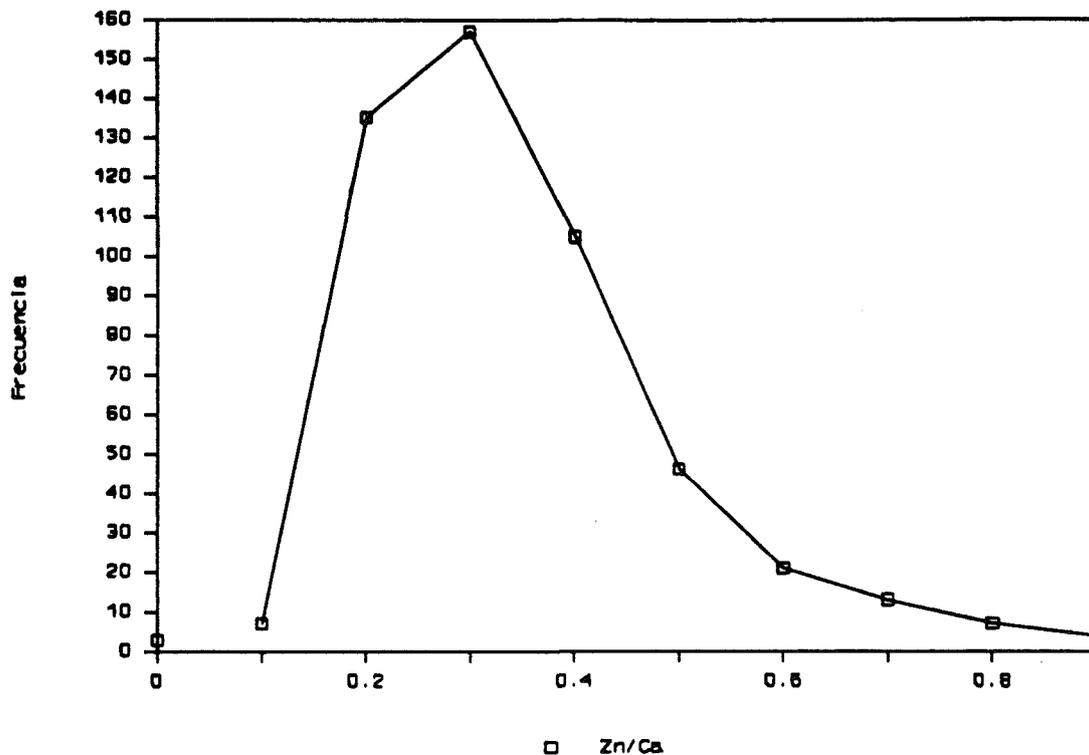


Media: 151.3843 Std: 109.6186 n: 609

Diferencias máximas		Negativa	K-S Z	2-tailed p
Absoluta	Positiva			
.22058	.22058	-.18717	5.443	.000

Figura IV.3. *Distribución de frecuencias de la variable $\mu\text{g/g de Zn}$ y test Kolmogorov-Smirnov de Normalidad*

1.1.4. Zn/Ca

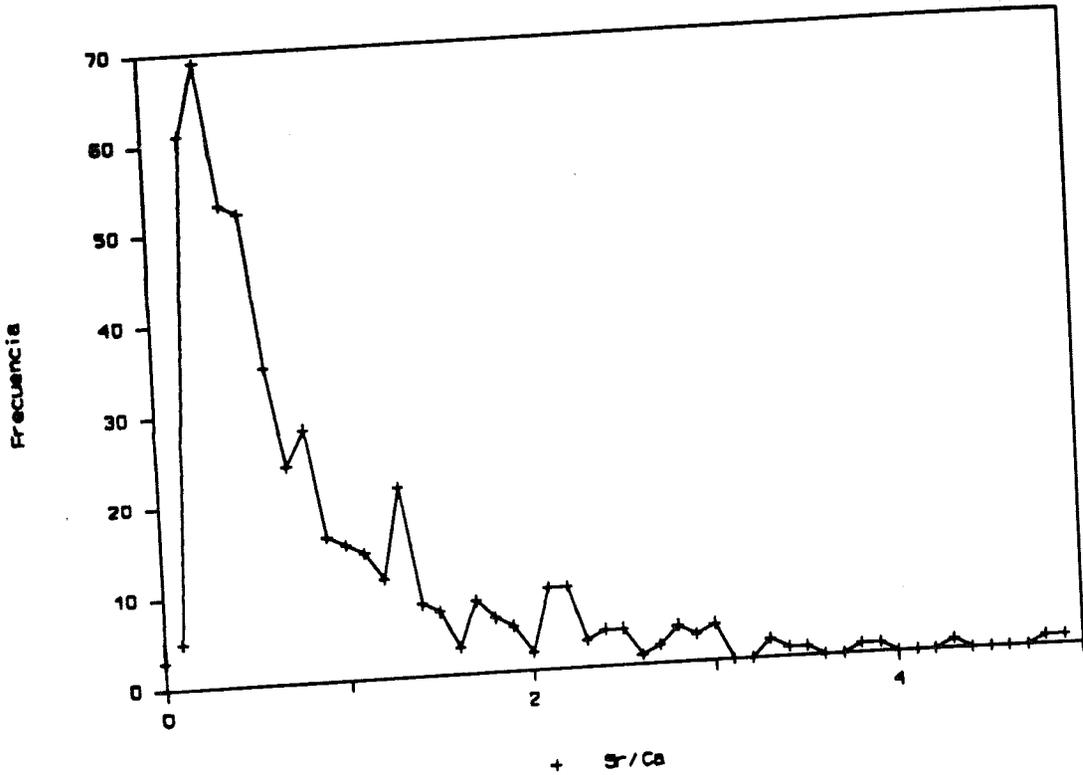


Media: .67459 Std: 2.20307 n: 609

Diferencias máximas		Negativa	K-S Z	2-tailed p
Absoluta	Positiva			
.40842	.40842	-.39651	10.079	.000

Figura IV.4. *Distribución de frecuencias de la variable Zn/Ca y test Kolmogorov-Smirnov de Normalidad*

1.1.5. Sr/Ca

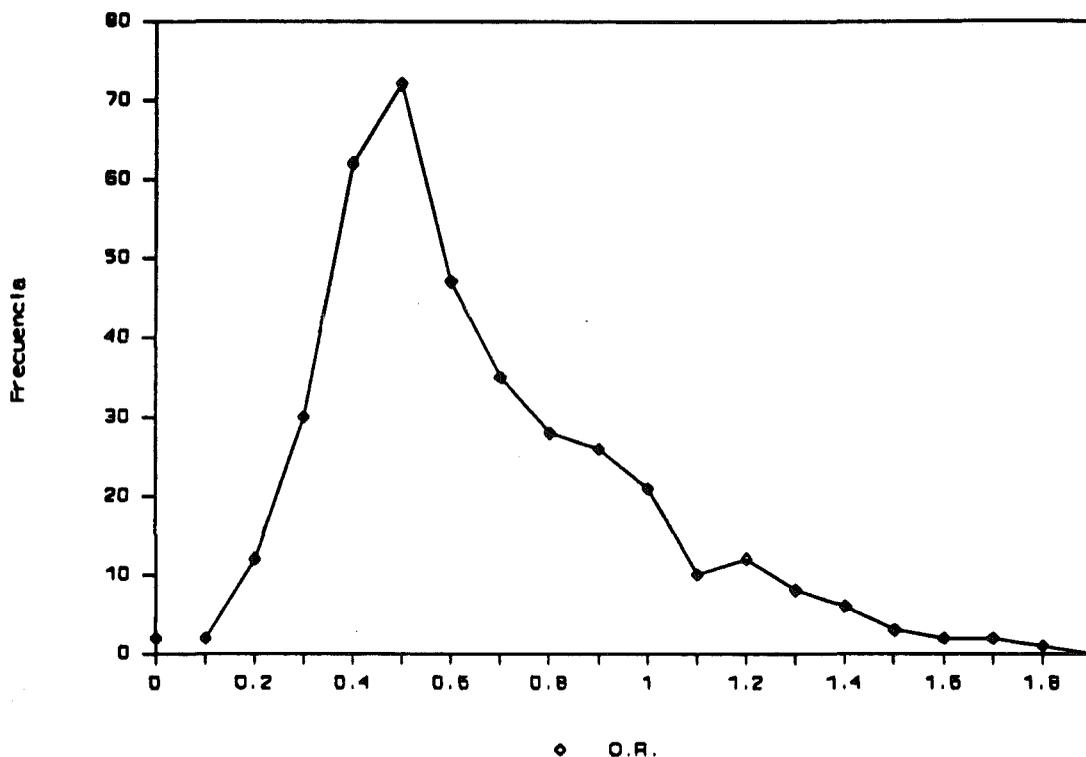


Media: 1.46492 Std: 2.46876 n: 613

Diferencias máximas		Negativa	K-S Z	2-tailed p
Absoluta	Positiva			
.29923	.25747	-.29923	7.409	.000

Figura IV.5. Distribución de frecuencias de la variable Sr/Ca y test Kolmogorov-Smirnov de Normalidad

1.1.6. O.R.



Media: .85227 Std: .76561 n: 467

Diferencias máximas			K-S Z	2-tailed p
Absoluta	Positiva	Negativa		
.20660	.20660	-.20498	4.465	.000

Figura IV.6. *Distribución de frecuencias de la variable Sr/Ca(c) y test Kolmogorov-Smirnov de Normalidad*

Tanto en las figuras como con el test de Kolmogorov-Smirnov se observa que las variables no presentan distribuciones normales. El tratamiento estadístico debe ser, por tanto, de tipo **no paramétrico**.

1.2. Promedios por series y grupos

El análisis básico efectuado en relación al contenido en oligoelementos en las muestras estudiadas, se refiere al estudio de los promedios de las concentraciones y los índices.

1.2.1. Muestras de Tierra

A continuación se presentan los resultados de las concentraciones de estroncio, zinc y calcio y los índices respectivos, obtenidos para las muestras de tierra de los yacimientos analizados.

1.2.1.1. *Ca (mg/g), Sr ($\mu\text{g/g}$), Zn ($\mu\text{g/g}$)*

Las concentraciones de Ca, Sr y Zn en las muestras de tierra se presentan en la tabla IV.1. y figuras IV.7., IV.8. y IV.9. Las concentraciones de Ca obtenidas son en general inferiores a 100 mg/g. Los valores habituales en hueso son de aproximadamente 300-400 mg/g. Ello permite asumir que la contaminación de las muestras humanas en los yacimientos respectivos es improbable, ya que la concentración en el terreno es inferior a la del hueso. Tan solo en dos yacimientos del neolítico la concentración en la muestra de tierra supera los 200 mgCa/g.

La concentración de Sr es especialmente alta en la tierra del yacimiento de Fuente Amarga (Granada), lo que puede ser debido a la proximidad en esa zona de uno de los yacimientos de Sr más importantes de Europa. También se encuentran valores relativamente altos en el yacimiento de Les Guixeres de Vilobí (Barcelona) y en el de Tarragona. En cuanto al Zn, cuatro yacimientos superan los 100 $\mu\text{g/g}$.

Tabla IV.1. Concentraciones de Ca (mg/g), Sr ($\mu\text{g/g}$) y Zn ($\mu\text{g/g}$) en muestras de tierra de los yacimientos estudiados. E: Epipaleolítico, N: Neolítico, C: Calcolítico, B: Bronce, R: Romano, M: Medieval, P: Paleocristiano

Periodo	mg/g Ca			ug/g Sr			ug/g Zn			
	Media	Std	n	Media	Std	n	Media	Std	n	
Cingle	E	52.5	0.0	1	207.4	0.0	1	108.4	0.0	1
Avellaner	N	230.8	18.5	2	158.1	10.6	2	154.6	5.8	2
Grimau	N	81.7	0.0	1	134.8	0.0	1	56.2	0.0	1
Vilobí	N	296.8	0.0	1	565.3	0.0	1	49.5	0.0	1
Guineu	C	132.0	0.0	1	104.6	0.0	1	195.9	0.0	1
Sargantana	C	98.9	70.0	3	106.3	73.5	3	59.6	42.2	3
Polígon	B	86.5	0.0	1	106.6	0.0	1	62.5	0.0	1
Tarragona	R	113.7	4.6	2	366.5	7.6	2	57.5	1.5	2
Esquerda	M	65.4	8.8	4	105.9	14.6	4	76.8	8.6	4
Martí	M	129.0	0.0	1	271.1	0.0	1	73.4	0.0	1
Cardona	M	162.3	0.0	1	264.7	0.0	1	86.9	0.0	1
Encina	B	27.9	0.0	1	98.2	0.0	1	129.3	0.0	1
Amarga	B	157.9	0.0	1	1754.6	0.0	1	41.0	0.0	1
Ceuta	P	8.4	0.0	1	45.8	0.0	1	76.1	0.0	1
Papel		1.5	0.0	1	0.0	0.0	1	0.0	0.0	0
Paraloid		1.5	0.0	1	2.5	0.0	1	1.2	0.0	1

La posibilidad de contaminación de las muestras de hueso a partir del yacimiento se comentó anteriormente (apartado I.4.3.2.7.A.). En la discusión para cada yacimiento en el capítulo V. se valorará esta posibilidad en cada caso.

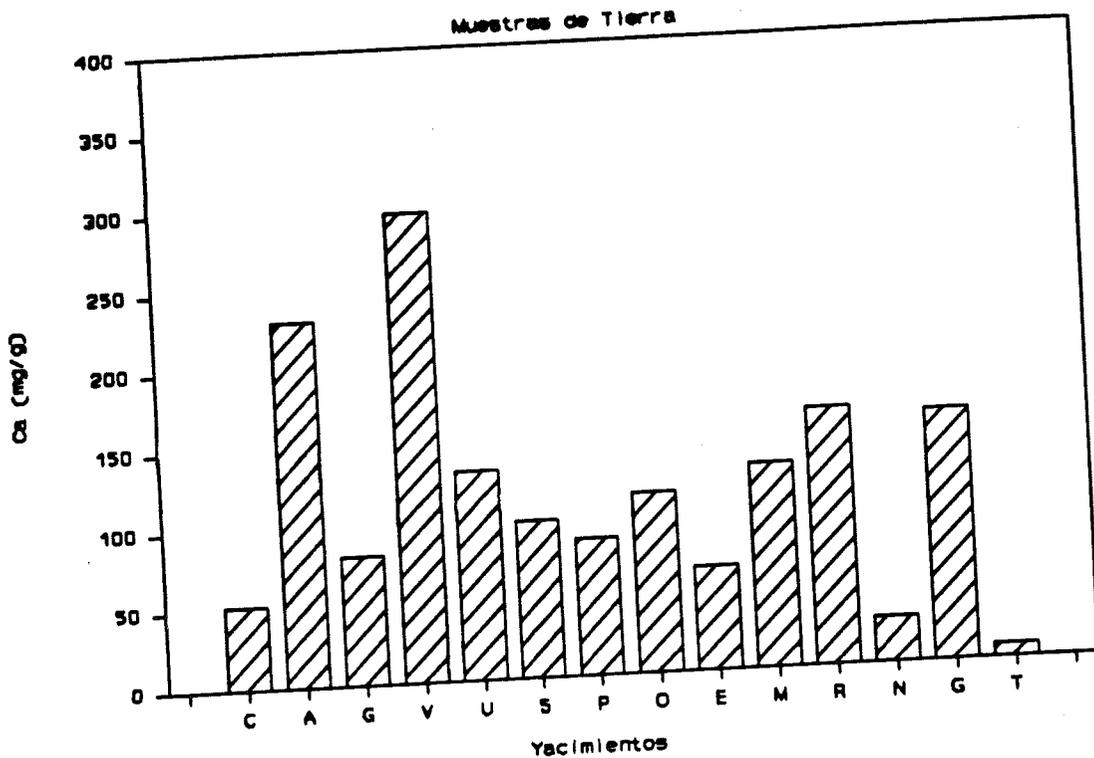


Figura IV.7. Concentración de Ca (mg/g) en los yacimientos analizados de los que se disponía de muestras de tierra. C: Cingle Vermell, A: Avellaner, G: Hort d'en Grimau, V: Les Guixeres de Vilobí, U: Cova de La Guineu, S: Balma de la Sargantana, P: Polígon de St. Pere Molanta, O: La Tabacalera (Tarragona), E: L'Esquerda, M: St. Martí Xic, R: Cardona, N: Cerro de la Encina, G: Fuente Amarga, T: Ceuta

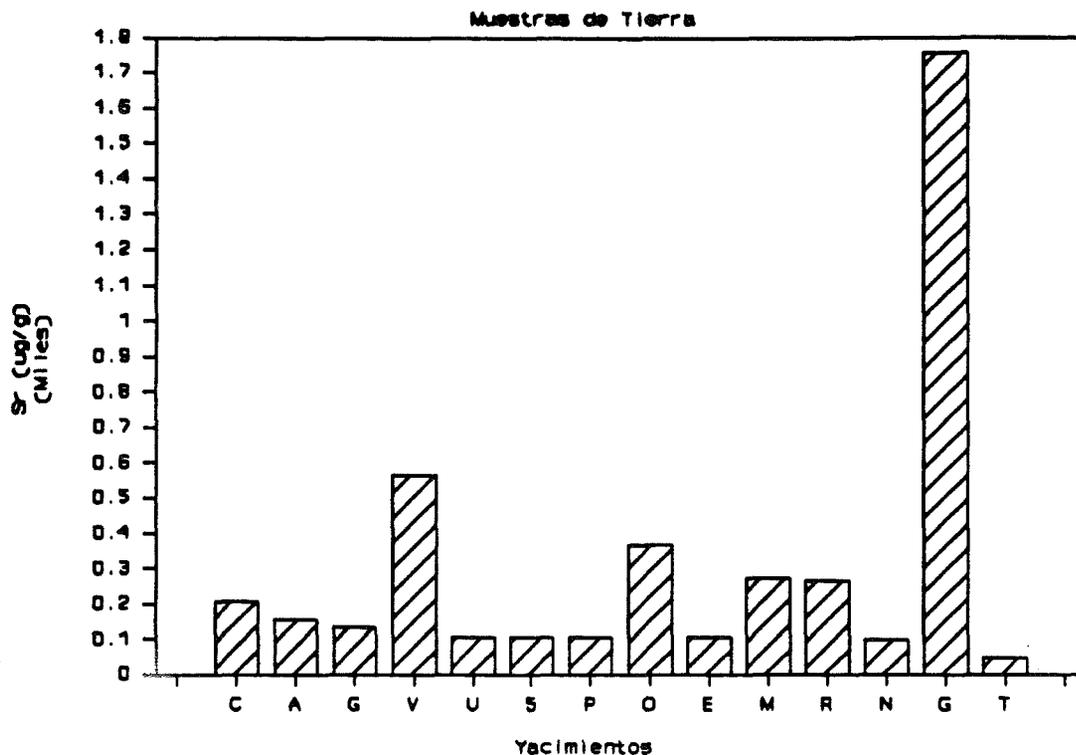


Figura IV.8. Concentración de Sr ($\mu\text{g/g}$) en los yacimientos analizados de los que se disponía de muestras de tierra. C: Cingle Vermell, A: Avellaner, G: Hort d'en Grimau, V: Les Guixeres de Vilobí, U: Cova de La Guineu, S: Balma de la Sargantana, P: Polígon de St. Pere Molanta, O: La Tabacalera (Tarragona), E: L'Esquerda, M: St. Martí Xic, R: Cardona, N: Cerro de la Encina, G: Fuente Amarga, T: Ceuta

Se trata, en general de yacimientos con bajas concentraciones de Sr, excepto el dato evidente de Fuente Amarga.

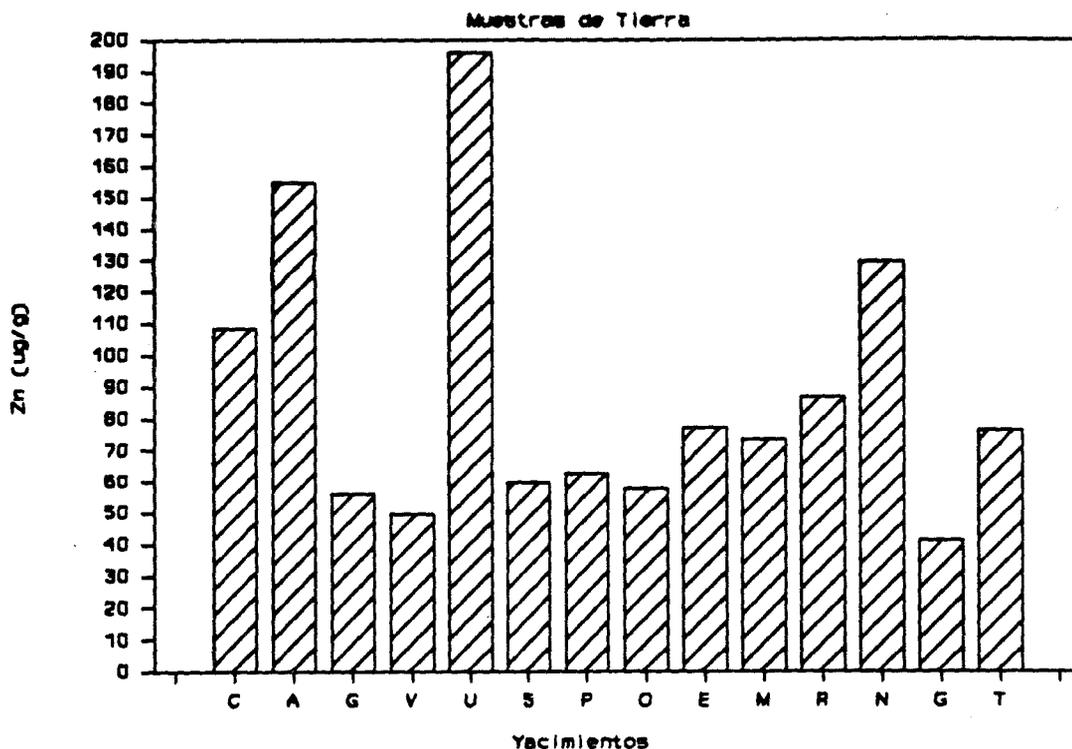


Figura IV.9. Concentración de Zn ($\mu\text{g/g}$) en los yacimientos analizados de los que se disponía de muestras de tierra. C: Cingle Vermell, A: Avellaner, G: Hort d'en Grimau, V: Les Guixeres de Vilobí, U: Cova de La Guineu, S: Balma de la Sargantana, P: Polígon de St. Pere Molanta, O: La Tabacalera (Tarragona), E: L'Esquerda, M: St. Martí Xic, R: Cardona, N: Cerro de la Encina, G: Fuente Amarga, T: Ceuta

Las concentraciones son en casi todos los yacimientos inferiores a $100 \mu\text{g/g}$, netamente por debajo de lo observado en los restos esqueléticos.

1.2.1.2. Zn/Ca, Sr/Ca, Sr/Ca(c) O.R.

Los índices obtenidos de Zn/Ca, Sr/Ca y O.R. se muestran en la tabla IV.2. Los valores por yacimientos se muestran en las figuras IV.10., IV.11. y IV.12. Al tratarse de tierras en general bastante descalcificadas los índices obtenidos son altos. Respecto al hueso del herbívoro, el índice observado (O.R.) es, en la mayoría de los casos, superior a 1. Ello indica que la relación Sr/Ca es mayor en la tierra que en los herbívoros analizados del mismo yacimiento, en parte debido a la descalcificación del terreno.

Tabla IV.2. Índices de Zn/Ca, Sr/Ca y O.R. obtenidos para las muestras de tierra para los yacimientos analizados

Periodo		Zn/Ca			Sr/Ca			Sr/Ca(c)		
		Media	Std	n	Media	Std	n	Media	Std	n
Cingle	E	2.06	0.00	1	3.95	0.00	1	1.48	0.00	1
Avellaner	N	0.68	0.08	2	0.69	0.01	2	2.74	0.04	2
Grimau	N	0.69	0.00	1	1.65	0.00	1	0.61	0.00	1
Vilobí	N	0.17	0.00	1	1.90	0.00	1	3.18	0.00	1
Guineu	C	1.48	0.00	1	0.79	0.00	1	1.50	0.00	1
Sargantana	C	0.60	0.00	2	1.06	0.07	2	0.75	0.05	2
Polígon	B	0.72	0.00	1	1.23	0.00	1	3.54	0.00	1
Tarragona	R	0.51	0.01	2	3.22	0.06	2	0.72	0.01	2
Esquerda	M	1.21	0.27	4	1.68	0.48	4	1.41	0.40	4
Martí	M	0.57	0.00	1	2.10	0.00	1	1.77	0.00	1
Cardona	M	0.54	0.00	1	1.63	0.00	1			0
Encina	B	4.64	0.00	1	3.52	0.00	1	1.38	0.00	1
Amarga	B	0.26	0.00	1	11.11	0.00	1	4.37	0.00	1
Ceuta	P	9.10	0.00	1	5.47	0.00	1	10.48	0.00	1
Papel		0.00	0.00	1	0.00	0.00	1			0
Paraloid		0.83	0.00	1	1.67	0.00	1			0

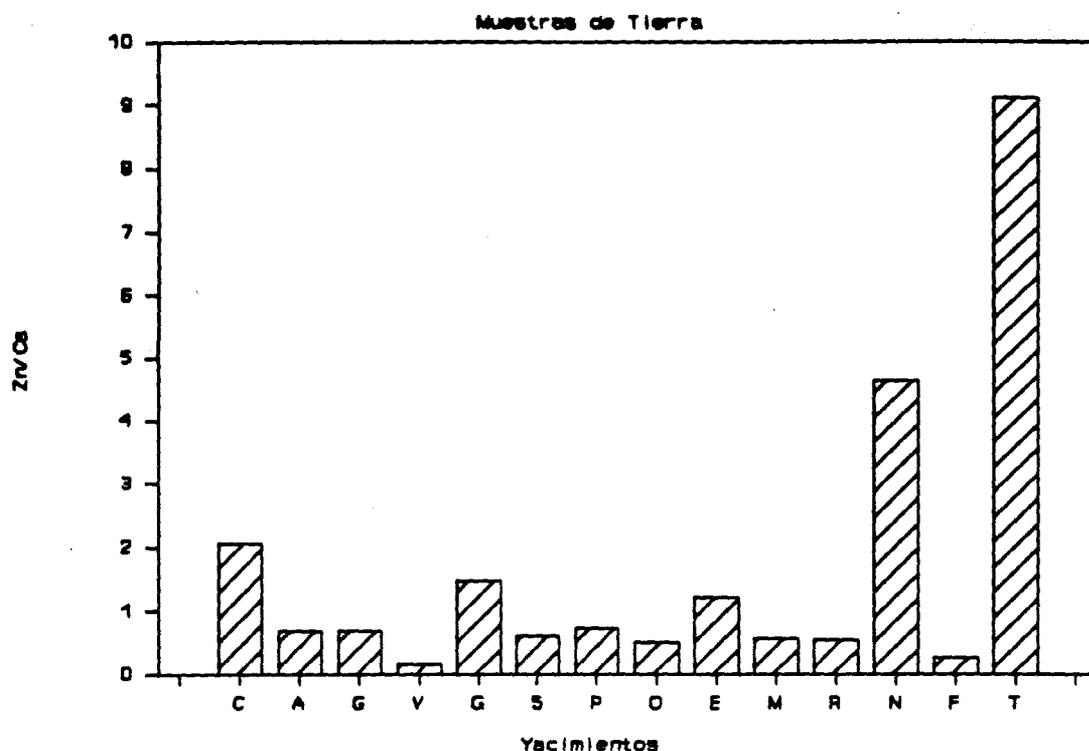


Figura IV.10. Índice Zn/Ca en los yacimientos analizados de los que se disponía de muestras de tierra. C: Cingle Vermell, A: Avellaner, G: Hort d'en Grimau, V: Les Guixeres de Vilobí, U: Cova de La Guineu, S: Balma de la Sargantana, P: Polígon de St. Pere Molanta, O: La Tabacalera (Tarragona), E: L'Esquerda, M: St. Martí Xic, R: Cardona, N: Cerro de la Encina, F: Fuente Amarga, T: Ceuta

El índice Zn/Ca es inferior a la unidad en la mayoría de yacimientos. Los valores altos se deben a tierras descalcificadas.

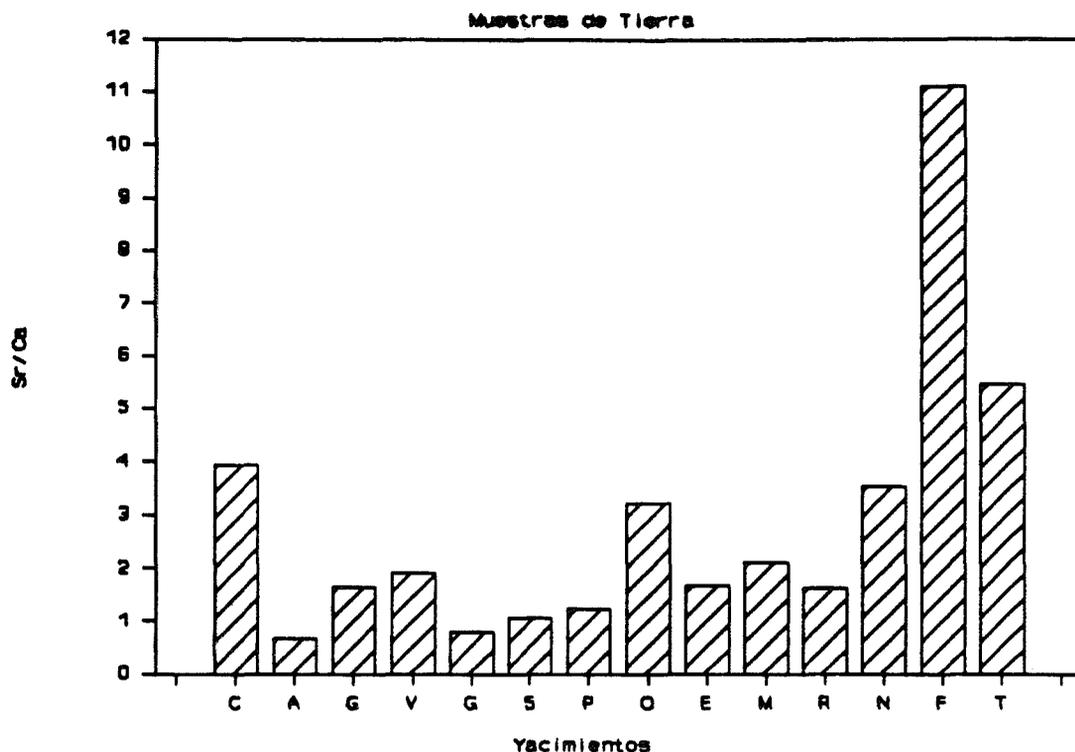


Figura IV.11. Índice Sr/Ca en los yacimientos analizados de los que se disponía de muestras de tierra. C: Cingle Vermell, A: Avellaner, G: Hort d'en Grimau, V: Les Guixeres de Vilobí, U: Cova de La Guineu, S: Balma de la Sargantana, P: Polígon de St. Pere Molanta, O: La Tabacalera (Tarragona), E: L'Esquerda, M: St. Martí Xic, R: Cardona, N: Cerro de la Encina, F: Fuente Amarga, T: Ceuta

Con el índice Sr/Ca se mantiene el esquema observado para el Sr. Los valores bajos de Ca en Ceuta causan un aumento del índice Sr/Ca en este yacimiento.

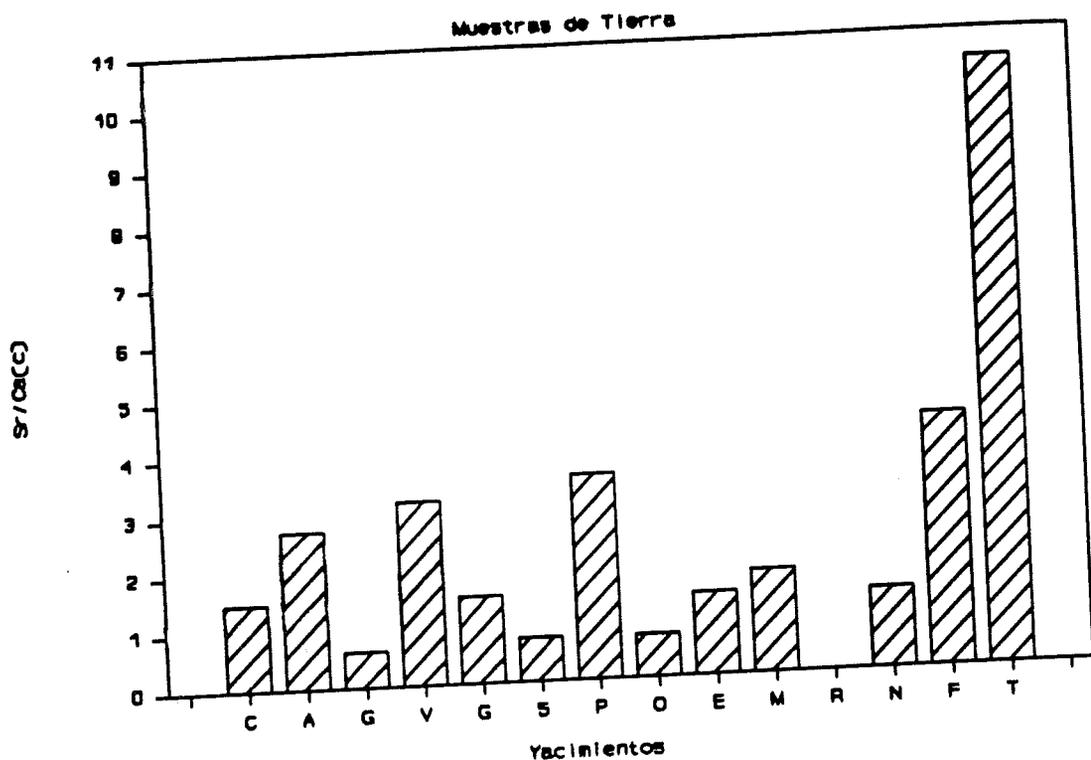


Figura IV.12. Índice Sr/Ca(c) (O.R.) en los yacimientos analizados de los que se disponía de muestras de tierra. C: Cingle Vermell, A: Avellaner, G: Hort d'en Grimau, V: Les Guixeres de Vilobí, U: Cova de La Guineu, S: Balma de la Sargantana, P: Polígon de St. Pere Molanta, O: La Tabacalera (Tarragona), E: L'Esquerda, M: St. Martí Xic, R: Cardona, N: Cerro de la Encina, F: Fuente Amarga, T: Ceuta

Los resultados obtenidos para las muestras de papel y conservante Paraloid indican que prácticamente no contienen los elementos analizados, por lo que se descarta cualquier posibilidad de contaminación. De todas formas, al

tomar las muestras de hueso se evitaron las zonas donde se hubiera aplicado algún conservante. Sólo se utilizó el papel de filtro para filtrar las soluciones de las muestras de tierra con el propósito de eliminar el sílice no disuelto.

Los demás elementos disueltos en el clorhídrico no son retenidos en el filtro.

1.2.2. Fauna marina actual

Con el fin de determinar la importancia del aporte de los elementos estudiados por parte de alimentos cárnicos de origen marino, se determinó la concentración de Ca, Sr y Zn y los índices respectivos, en fauna marina actual.

1.2.2.1. Ca (mg/g), Sr ($\mu\text{g/g}$), Zn ($\mu\text{g/g}$)

Se analizaron muestras de tejido esquelético (espina de la columna vertebral) (figura IV.13.) y tejido muscular (figura IV.14.) en muestras de peces, caparazón (concha) (figura IV.15.) y tejido (figura IV.14.) en dos especies de moluscos bivalvos y en exoesqueleto de un crustáceo (gamba). Las concentraciones obtenidas se muestran en la tabla IV.3.

Las concentraciones están calculadas respecto al peso fresco en el caso del tejido y respecto al peso de las cenizas en las espinas, concha y caparazón. Ello se debe a que en el tejido fresco interesa conocer la cantidad de elemento aportado por cada gramo ingerido. En las espinas las concentraciones se refieren respecto al peso de las cenizas para poder comparar con los resultados obtenidos para fauna fósil.

Se puede observar que en todos los casos el tejido fresco presenta concentraciones de Ca muy bajas, por debajo de 1 mg/g (excepto la almeja que tiene 2.8 mg/g). Las concentraciones de Sr son también bajas en tejido blando, inferiores a 6 $\mu\text{g/g}$ (a excepción de nuevo de la almeja, que tiene 31.7 $\mu\text{g/g}$). No es así, sin embargo en el tejido esquelético donde, tanto en peces como en moluscos y gasterópodos, las concentraciones de Sr son muy elevadas. Las concentraciones de Zn son superiores en esqueleto que en tejido para los peces y a la inversa para moluscos.

IV. Resultados

Tabla IV.3. Concentraciones de Ca, Sr y Zn en fauna marina actual

	mg/g Ca			ug/g Sr			ug/g Zn		
	Media	Std	n	Media	Std	n	Media	Std	n
Peces									
Atún	17.6	24.7	3	75.7	105.4	3	11.5	10.2	3
espina	52.5	0.0	1	224.7	0.0	1	25.9	0.0	1
tejido	0.1	0.0	2	1.2	0.3	2	4.2	0.3	2
Boquerón	207.1	206.2	2	167.9	166.6	2	145.2	136.5	2
espina	413.4	0.0	1	334.5	0.0	1	281.7	0.0	1
tejido	0.9	0.0	1	1.4	0.0	1	8.7	0.0	1
Caballa	149.8	149.5	2	483.3	477.9	2	89.1	81.5	2
espina	299.3	0.0	1	961.2	0.0	1	170.5	0.0	1
tejido	0.3	0.0	1	5.4	0.0	1	7.6	0.0	1
Citharus	22.1	30.2	3	47.9	63.1	3	17.8	20.5	3
espina	64.9	0.0	1	137.0	0.0	1	46.9	0.0	1
tejido	0.8	0.2	2	3.3	1.8	2	3.3	0.4	2
Bacalao tejido	0.8	0.0	1	7.0	0.0	1	5.1	0.0	1
Merluza espina	370.9	6.2	2	739.9	130.3	2	218.1	91.7	2
Moluscos									
Almeja	50.7	27.7	4	805.1	456.8	4	9.6	8.4	4
tejido	2.8	0.0	1	31.7	0.0	1	24.0	0.0	1
concha	66.7	0.3	3	1062.9	111.1	3	4.7	0.8	3
Mejillón	33.1	26.8	3	382.3	333.4	3	4.1	1.8	3
tejido	0.6	0.0	1	5.4	0.0	1	6.1	0.0	1
concha	49.3	17.0	2	570.7	245.3	2	3.2	1.4	2
Crustáceo									
Gamba exoesq.	375.5	0.0	1	4373.5	0.0	1	56.6	0.0	1

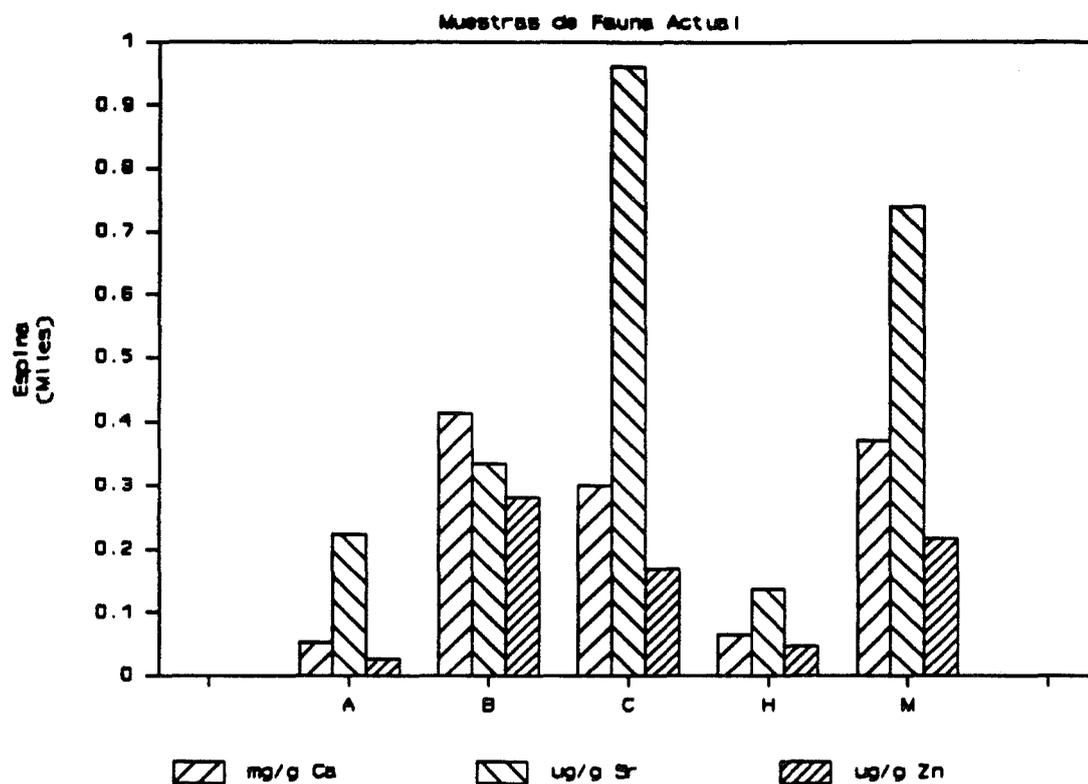


Figura IV.13. Concentraciones de oligoelementos en espina de la fauna marina actual. A: atún (*Thunnus*), B: boquerón (*Engraulis*), C: caballa (*Scomber*), H: solleta (*Citharus*), M: merluza (*Merlucius*)

Las concentraciones más elevadas de Sr en espina las presentan la caballa y la merluza que son especies pelágicas. El boquerón es un animal de distribución errática, el atún es superficial en aguas templadas y la solleta, que tiene la concentración de Sr más baja, es bentónico.

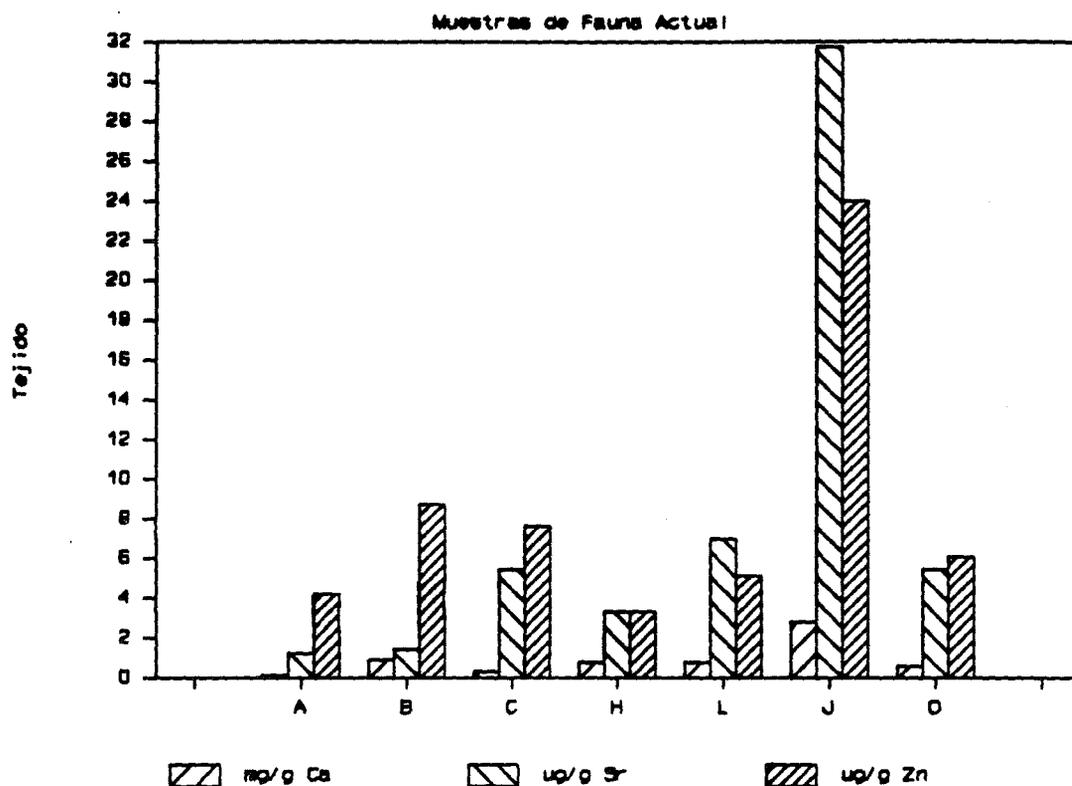


Figura IV.14. Concentraciones de oligoelementos en tejido fresco de la fauna marina actual. A: atún (*Thunnus*), B: boquerón (*Engraulis*), C: caballa (*Scomber*), H: solleta (*Citharus*), L: almeja (*Cardium*), J: mejillón (*Mytilus*), G: gamba (*Palaemon*)

La almeja es la especie que presenta las diferencias más marcadas en la concentración de Sr ($31.7 \mu\text{g/g}$) y Zn ($24.0 \mu\text{g/g}$), aún tratándose de valores bajos. En general todas presentan concentraciones muy bajas de estos elementos en tejido fresco respecto a las concentraciones en esqueleto.

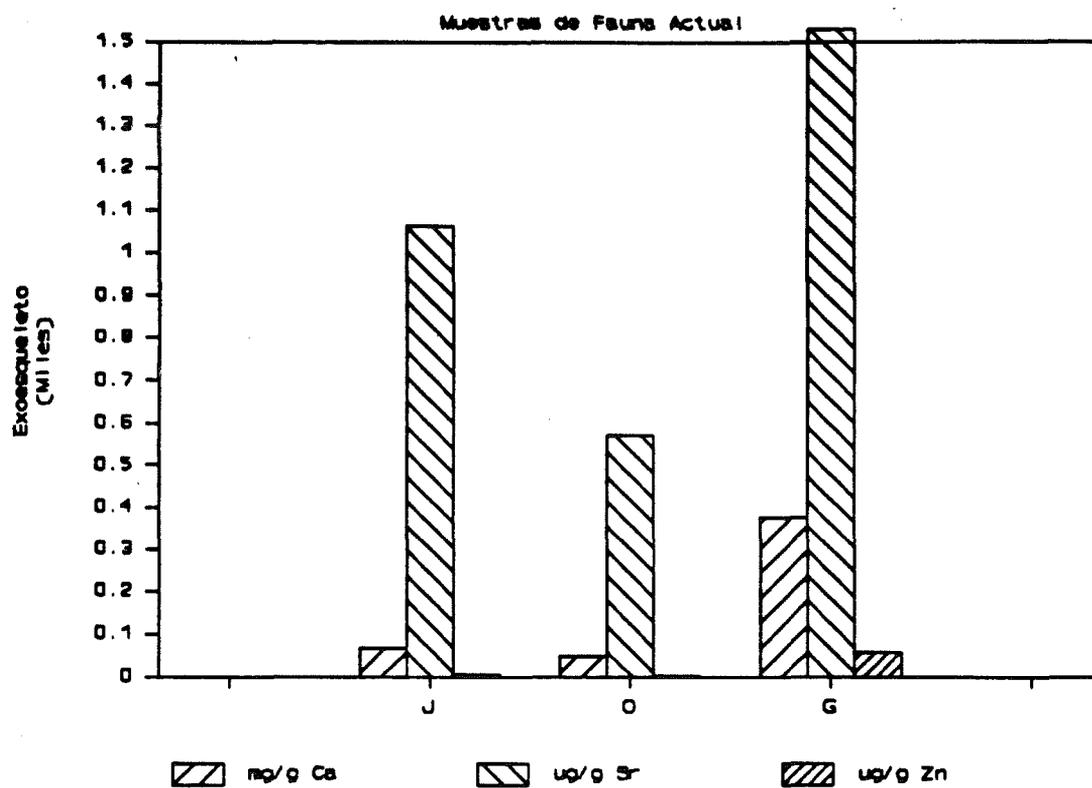


Figura IV.15. Concentraciones de oligoelementos en exoesqueleto de la fauna marina actual. J: almeja (*Cardium*), O: mejillón (*Mytilus*), G: gamba (*Palaemon*)

Las concentraciones de Sr son especialmente altas en exoesqueleto de las especies analizadas. La misma tendencia se observa en la espina respecto al tejido fresco. La concentración de Ca en exoesqueleto es superior a la del tejido. El Sr y el Zn parecen tener tendencia a acumularse en las partes esqueléticas de la fauna marina analizada.

1.2.2.2. Zn/Ca, Sr/Ca, Sr/Ca(c) O.R.

Los índices obtenidos son en general mayores en tejido que en espina (tabla IV.4.). Ello es debido a los mayores niveles de Ca en hueso respecto al tejido y a la baja concentración de Ca en tejido, al estar ésta referida a peso fresco en lugar de respecto a cenizas.

Tabla IV.4. Índices de Zn/Ca y Sr/Ca observados para las muestras de fauna marina actual

	Zn/Ca			Sr/Ca		
	Media	Std	n	Media	Std	n
Peces						
Atún	20.47	14.25	3	6.98	1.98	3
espina	0.49	0.00	1	4.28	0.00	1
tejido	30.46	2.27	2	8.34	0.63	2
Boquerón	5.20	4.52	2	1.16	0.35	2
espina	0.68	0.00	1	0.81	0.00	1
tejido	9.72	0.00	1	1.51	0.00	1
Caballa	13.76	13.19	2	11.23	8.02	2
espina	0.57	0.00	1	3.21	0.00	1
tejido	26.96	0.00	1	19.25	0.00	1
Citharus	3.27	1.87	3	3.37	1.43	3
espina	0.72	0.00	1	2.11	0.00	1
tejido	4.54	0.61	2	4.00	1.37	2
Bacalao tejido	6.54	0.00	1	9.02	0.00	1
Merluza espina	0.58	0.24	2	1.99	0.32	2
Moluscos						
Almeja	2.23	3.74	4	14.83	2.38	4
tejido	8.72	0.00	1	11.51	0.00	1
concha	0.07	0.01	3	15.94	1.62	3
Mejillón	3.51	4.84	3	10.53	1.30	3
tejido	10.36	0.00	1	9.21	0.00	1
concha	0.08	0.06	2	11.19	1.11	2
Crustáceo						
Gamba	0.15	0.00	1	11.65	0.00	1

1.2.3. Fauna fósil

En función de su disponibilidad se analizó fauna de los yacimientos estudiados. Los índices de Sr/Ca de las muestras de fauna fósil se utilizaron para calcular los índices corregidos del resto de las muestras analizadas.

Los resultados se presentan por áreas estudiadas: 1) Cataluña y Baleares, 2) Península Ibérica, 3) Norte de Africa y 4) Tierra del Fuego. Las agrupaciones de la fauna se hicieron por grandes grupos: 1) herbívoros (bóvidos, cérvidos, oviscapridos y conejos) , 2) omnívoros (súidos) y 3) carnívoros (cánidos).

1.2.3.1. Cataluña y Baleares

Ca (mg/g), Sr (μ g/g), Zn (μ g/g)

En la tabla IV.5 se presentan las concentraciones de los elementos analizados para los yacimientos estudiados de Cataluña y Baleares. Las figuras IV.16., IV.17. y IV.18. muestran las concentraciones de Ca, Sr y Zn respectivamente, para la fauna herbívora de los yacimientos analizados.

En la mayoría de los casos, las concentraciones de Ca obtenidas están dentro de la variabilidad esperada (300-450 mg/g), aunque la proporción de Ca en las muestras de fauna podría ser distinta a la de hueso humano. Las concentraciones de Sr son bajas en los herbívoros y altas en los carnívoros. L'Hort d'en Grimau presenta una concentración elevada de Sr en el herbívoro. También es destacar la diferencia en la concentración de Sr entre la muestra de conejo y la del herbívoro en el yacimiento de la Cova de La Guineu. Los herbívoros de los yacimientos del Cingle y Tarragona presentan las mayores concentraciones de Sr. Ello no parece estar asociado a los niveles de Sr en la tierra, ya que siendo también altas en los dos yacimientos, Vilobí tiene más Sr en la tierra, pero el herbívoro contiene proporcionalmente menos Sr que en los otros yacimientos. Respecto al Zn, las concentraciones parecen bastante homogéneas. Destaca la elevada concentración obtenida en los carnívoros de la Cova de La Guineu.

Tabla IV.5. Concentraciones de Ca (mg/g), Sr (g/g) y Zn (g/g) obtenidas para la fauna fósil de los yacimientos Cataluña y Baleares

	mg/g Ca			ug/g Sr			ug/g Zn		
	Media	Std	n	Media	Std	n	Media	Std	n
Cingle (E)									
herbívoros	377.1	18.3	2	1011.3	201.7	2			
Roc (E)									
herbívoros	349.0	5.8	2	485.9	54.4	2			
Avellaner (N)									
herbívoros	404.9	14.8	6	91.5	5.8	6	173.9	40.6	6
ovicapra	401.4	3.9	2	92.9	8.4	2	164.5	9.1	2
ciervo	406.6	17.6	4	90.8	3.7	4	178.6	48.7	4
carnívoros	368.1	27.7	2	150.6	11.6	2	240.0	64.2	2
canis	395.8	0.0	1	138.9	0.0	1	175.8	0.0	1
canis (esp)	340.5	0.0	1	162.2	0.0	1	304.2	0.0	1
omnívoros	368.3	0.0	1	105.5	0.0	1	178.6	0.0	1
Grimau (N)									
herbívoros	242.9	0.0	1	658.3	0.0	1	85.2	0.0	1
Vilobí (N)									
herbívoros	390.8	0.0	1	233.7	0.0	1	77.4	0.0	1
Guineu (C)									
herbívoros	455.0	82.7	2	245.1	69.0	2	268.3	145.4	2
herbívoros	372.3	0.0	1	176.1	0.0	1	122.9	0.0	1
conejo	537.8	0.0	1	314.1	0.0	1	413.6	0.0	1
carnívoro	471.8	0.0	1	1234.6	0.0	1	1703.7	0.0	1
omnívoros	374.3	0.0	1	246.4	0.0	1	168.8	0.0	1
Sargantana (C)									
conejos	414.7	2.7	3	583.6	82.8	3	181.6	56.9	3
Polígon (B)									
ovicapra	331.4	10.8	2	204.7	24.0	2	160.6	45.0	2
Son Real (T)									
herbívoros	327.2	49.1	3	458.1	49.4	3	113.2	11.4	3
herb.joven	361.8	0.0	1	409.6	0.0	1	105.0	0.0	1
ciervo	309.9	52.1	2	482.3	43.6	2	117.3	12.1	2
adulto	362.0	0.0	1	438.8	0.0	1	129.3	0.0	1
joven	257.7	0.0	1	525.9	0.0	1	105.2	0.0	1
carnívoro	397.0	0.0	1	783.0	0.0	1	190.6	0.0	1
Tarragona (R)									
herbívoros	258.0	0.0	1	1151.4	0.0	1	153.2	0.0	1
Esquerda (M)									
herbívoros	269.2	29.5	2	327.0	99.3	2	164.9	29.6	2
Bos	239.7	0.0	1	227.7	0.0	1	135.3	0.0	1
herbívoros	298.7	0.0	1	426.3	0.0	1	194.5	0.0	1
Cardona (M)									
roedor	397.0	0.0	1	1502.9	0.0	1	236.3	0.0	1

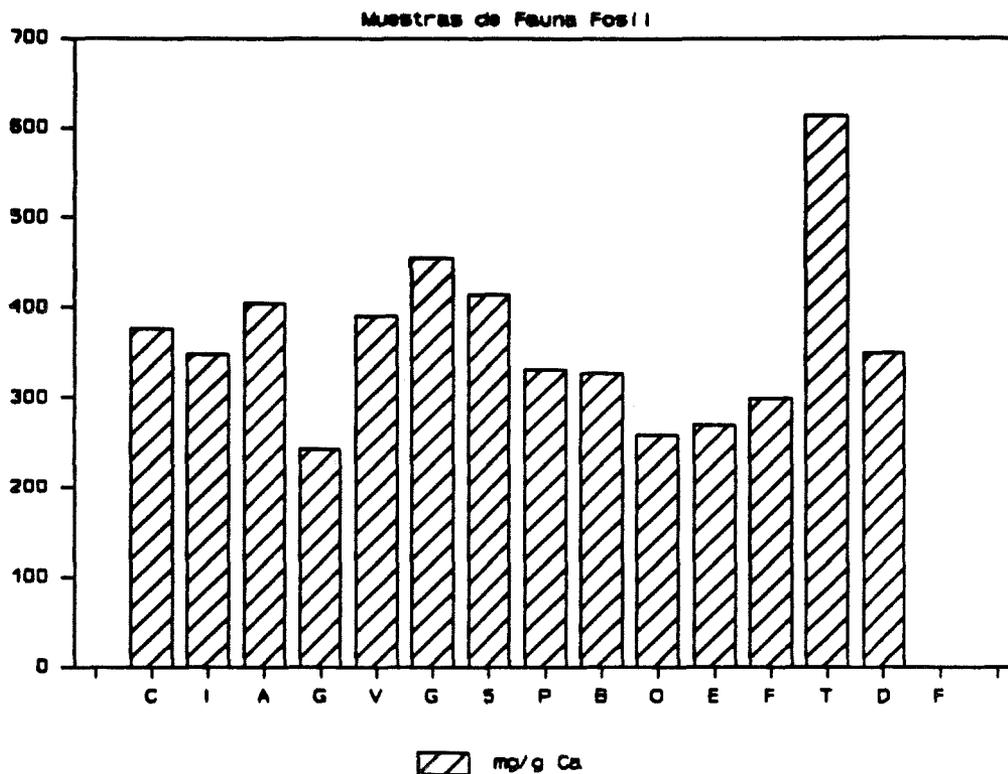


Figura IV.16. Concentraciones de Ca para la fauna herbívora de los yacimientos analizados. C: Cingle, I: Roc, A: Avellaner, G: Grimau, V: Vilobí, G: Guineu, S: Sargantana, P: Polígon, B: Son Real, O: Tarragona, E: Esquerda, F: Fuente Amarga, T: Ceuta, D: Olmeda, F: Tierra de Fuego

La distribución del Ca en los herbívoros es homogénea en todos los yacimientos. El valor más alto corresponde a Ceuta (tabla IV.7.).

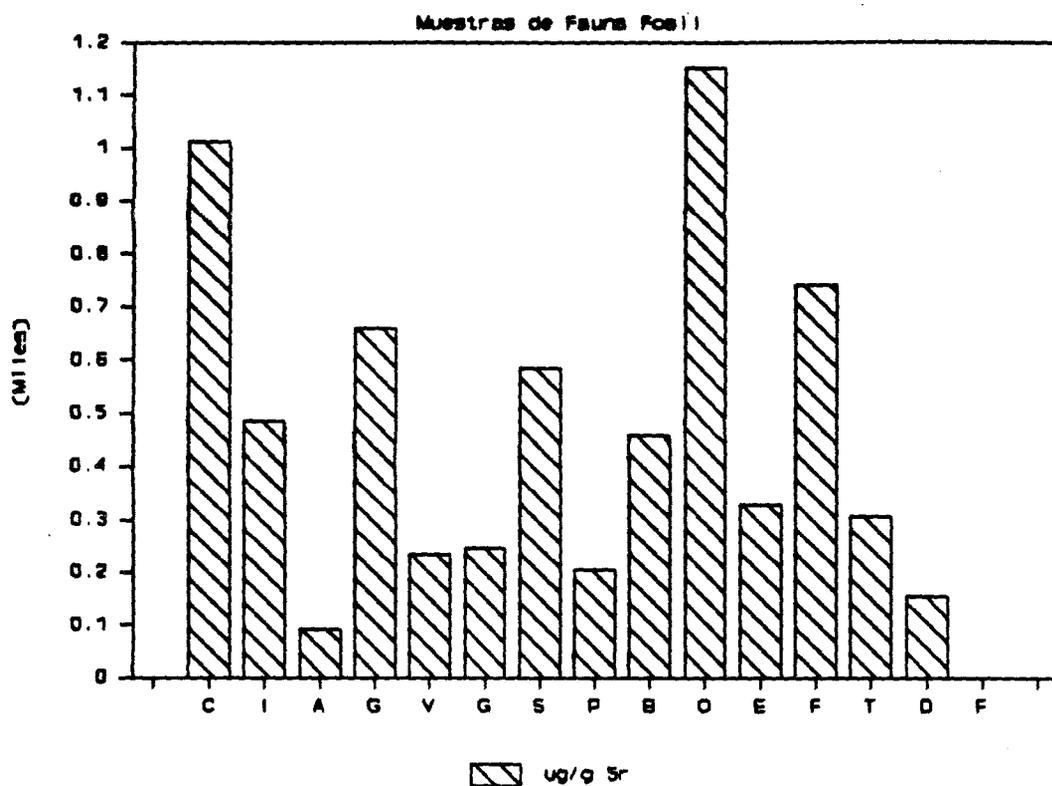


Figura IV.17. Concentraciones de Sr para la fauna herbívora de los yacimientos analizados. C: Cingle, I: Roc, A: Avellaner, G: Grimau, V: Vilobí, G: Guineu, S: Sargantana, P: Polígon, B: Son Real, O: Tarragona, E: Esquerda, F: Fuente Amarga, T: Ceuta, D: Olmeda, F: Tierra de Fuego

La distribución del Sr es más heterogénea. Los valores son elevados en la fauna de los yacimientos de Tarragona, Cingle Vermell y Fuente Amarga.

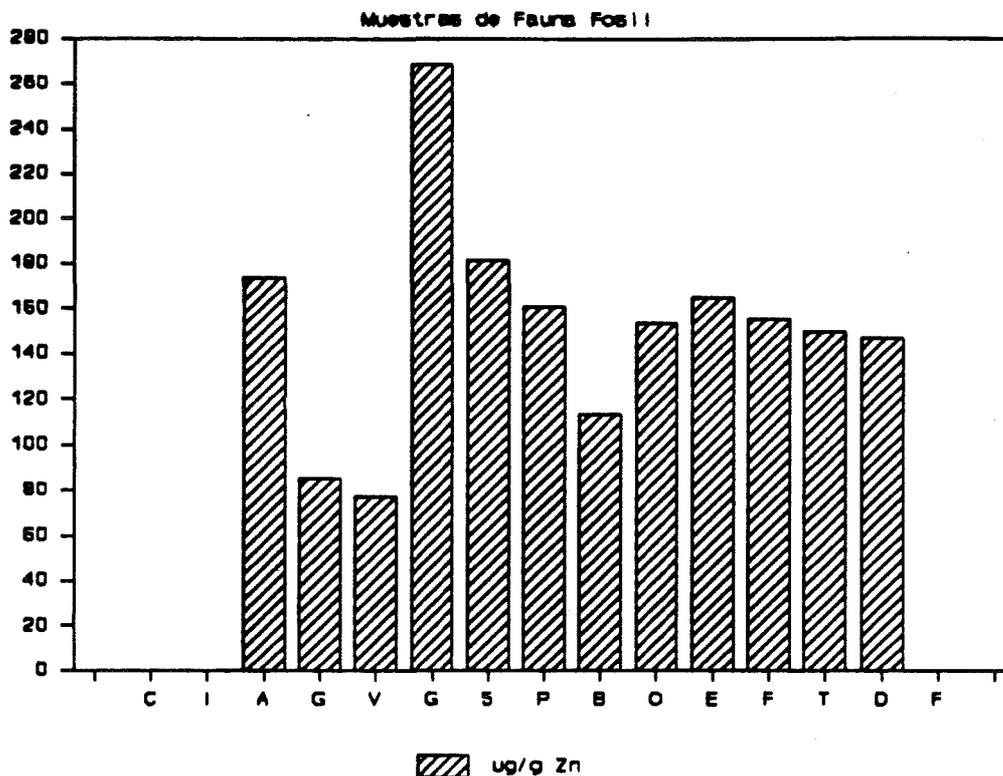


Figura IV.18. Concentraciones de Zn para la fauna herbívora de los yacimientos analizados. C: Cingle, I: Roc, A: Avellaner, G: Grimau, V: Vilobí, G: Guineu, S: Sargantana, P: Polígon, B: Son Real, O: Tarragona, E: Esquerda, F: Fuente Amarga, T: Ceuta, D: Olmeda, F: Tierra de Fuego

La concentración de Zn en la fauna herbívora de los yacimientos analizados es bastante uniforme, excepto en la Cova de La Guineu. Las concentraciones de Ca, Sr y Zn en los carnívoros para cada yacimiento se encuentran en la figura IV.19.

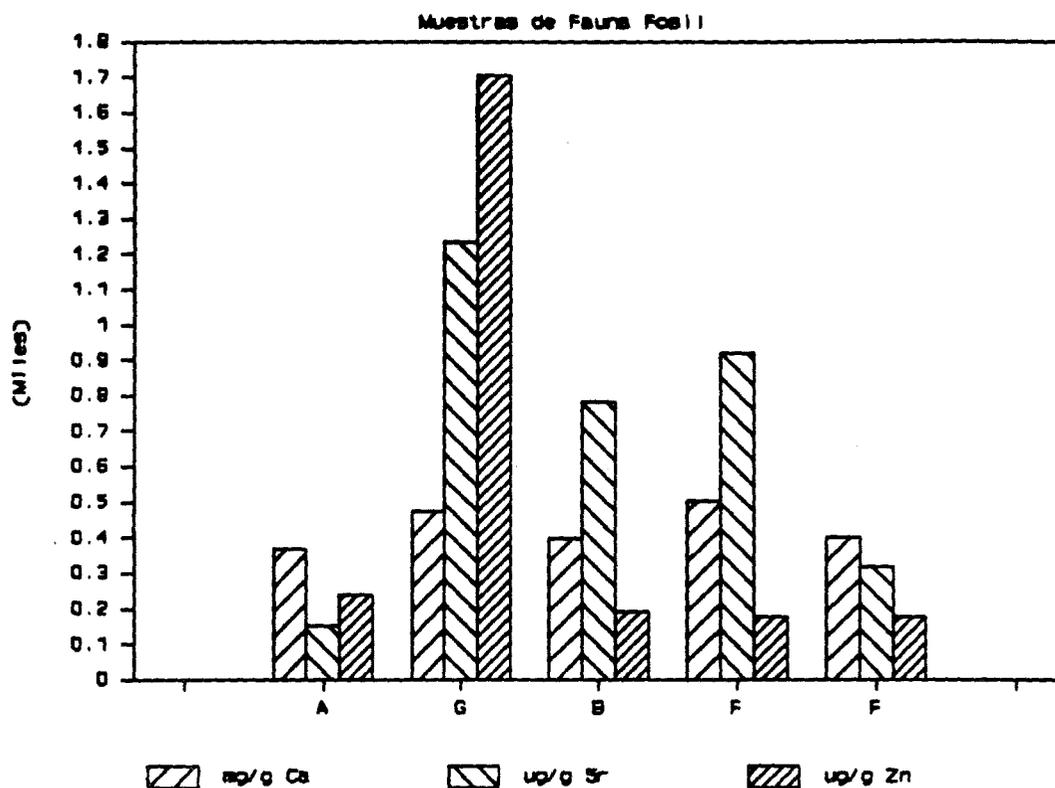


Figura IV.19. Concentración de Ca, Sr y Zn para la fauna carnívora de los yacimientos analizados. A: Avelaner, G: Cova de La Guineu, B: Son Real, F: Fuente Amarga, F: Tierra del Fuego (foca)

Los carnívoros presentan una concentración de Zn semejante a la de los herbívoros. En algunas de las muestras estudiadas, la concentración de Sr es incluso superior, en valores absolutos, a la de los herbívoros.

Zn/Ca, Sr/Ca, Sr/Ca(c) O.R.

Los índices de Zn/Ca, Sr/Ca y Sr/Ca(c) (O.R.) calculados para la fauna de los yacimientos se presentan en la tabla IV.6.

La misma tendencia de valores absolutos de las concentraciones de Sr y Zn para la fauna (figuras IV.20. y IV.21. de los yacimientos de L'Avellaner y Cova de la Guineu respectivamente) se observa con los índices de Zn/Ca y Sr/Ca (tabla IV.6.). Los carnívoros presentan un índice de Zn/Ca superior al de los herbívoros, y lo mismo sucede con el índice observado (O.R.).

En estos dos yacimientos existe un comportamiento *a priori* irregular de los valores observados, que no se ajustan exactamente a lo que cabría esperar para los distintos grupos de fauna: herbívoros, omnívoros, carnívoros. En la Cova de la Guineu los carnívoros presentan concentraciones de Zn netamente superiores a los herbívoros. Para el resto de los yacimientos de Cataluña y Baleares con fauna carnívora disponible (Avellaner y Son Real) la concentración de Sr en los herbívoros es en general menor que en los carnívoros, aunque las diferencias no son muy marcadas.

Respecto a los yacimientos estudiados de la Península Ibérica, Norte de Africa y Tierra del Fuego, sólo se dispone de carnívoros para el yacimiento de Fuente Amarga. En él, las concentraciones absolutas (tabla IV.7.) de Zn y Sr son también superiores en carnívoros que en herbívoros. Los índices (tabla IV.8.) no presentan diferencias entre los dos grupos de fauna. Es de destacar en el yacimiento de Ceuta el valor elevado del índice O.R. para las muestras de peces (tabla IV.8.). Sin embargo, las concentraciones absolutas de Sr (tabla IV.7.) para estas mismas muestras no son netamente superiores a las del yacimiento de Fuente Amarga, aunque sí son más elevadas que las de los herbívoros de los yacimientos de Cataluña y Baleares (tabla IV.5.).

En las figuras IV.22. y IV.23. se muestran los índices de Zn/Ca y Sr/Ca, respectivamente, de la fauna herbívora de los yacimientos analizados. La figura IV.24. presenta los índices calculados sólo para la fauna carnívora y la figura IV.25. los mismos índices para toda la fauna de los yacimientos de L'Avellaner y La Cova de la Guineu.

Tabla IV.6. Índices de Zn/Ca, Sr/Ca y O.R. obtenidos para las muestras de fauna fósil de los yacimientos de Cataluña y Baleares

	Zn/Ca			Sr/Ca			Sr/Ca (c)		
	Media	Std	n	Media	Std	n	Media	Std	n
Cingle (E)									
herbívoros			0	2.66	0.41	2	1.00	0.15	2
Roc (E)									
herbívoros			0	1.39	0.13	2	1.00	0.10	2
Avellaner (N)									
herbívoros	0.43	0.08	6	0.23	0.02	6	0.91	0.07	6
ovicapra	0.41	0.03	2	0.23	0.02	2	0.93	0.07	2
ciervo	0.44	0.10	4	0.22	0.01	4	0.90	0.06	4
carnívoros	0.67	0.22	2	0.41	0.06	2	1.66	0.25	2
canis	0.44	0.00	1	0.35	0.00	1	1.41	0.00	1
canis (esp)	0.89	0.00	1	0.48	0.00	1	1.91	0.00	1
omnívoros	0.48	0.00	1	0.29	0.00	1	1.15	0.00	1
Grimau (N)									
herbívoros	0.35	0.00	1	2.71	0.00	1	1.00	0.00	1
Vilobí (N)									
herbívoros	0.20	0.00	1	0.60	0.00	1	1.00	0.00	1
Guineu (C)									
herbívoros	0.55	0.22	2	0.53	0.06	2	1.00	0.11	2
herbívoros	0.33	0.00	1	0.47	0.00	1	0.89	0.00	1
conejo	0.77	0.00	1	0.58	0.00	1	1.11	0.00	1
carnívoros	3.61	0.00	1	2.62	0.00	1	4.95	0.00	1
omnívoros	0.45	0.00	1	0.66	0.00	1	1.25	0.00	1
Sargantana (C)									
conejos	0.44	0.14	3	1.41	0.21	3	1.00	0.15	3
Polígon (B)									
ovicapra	0.49	0.15	2	0.62	0.05	2	0.53	0.09	2
Son Real (T)									
herbívoros	0.35	0.05	3	1.46	0.41	3	1.00	0.28	3
herb. joven	0.29	0.00	1	1.13	0.00	1	0.77	0.00	1
ciervo	0.38	0.03	2	1.63	0.41	2	1.11	0.28	2
adulto	0.36	0.00	1	1.21	0.00	1	0.83	0.00	1
joven	0.41	0.00	1	2.04	0.00	1	1.40	0.00	1
carnívoros	0.48	0.00	1	1.97	0.00	1	1.35	0.00	1
Tarragona (R)									
herbívoros	0.59	0.00	1	4.46	0.00	1	1.00	0.00	1
Esquerda (M)									
herbívoros	0.61	0.04	2	1.19	0.24	2	1.00	0.20	2
Bos	0.56	0.00	1	0.95	0.00	1	0.80	0.00	1
herbívoros	0.65	0.00	1	1.43	0.00	1	1.20	0.00	1
Cardona (M)									
roedor	0.60	0.00	1	3.79	0.00	1			0

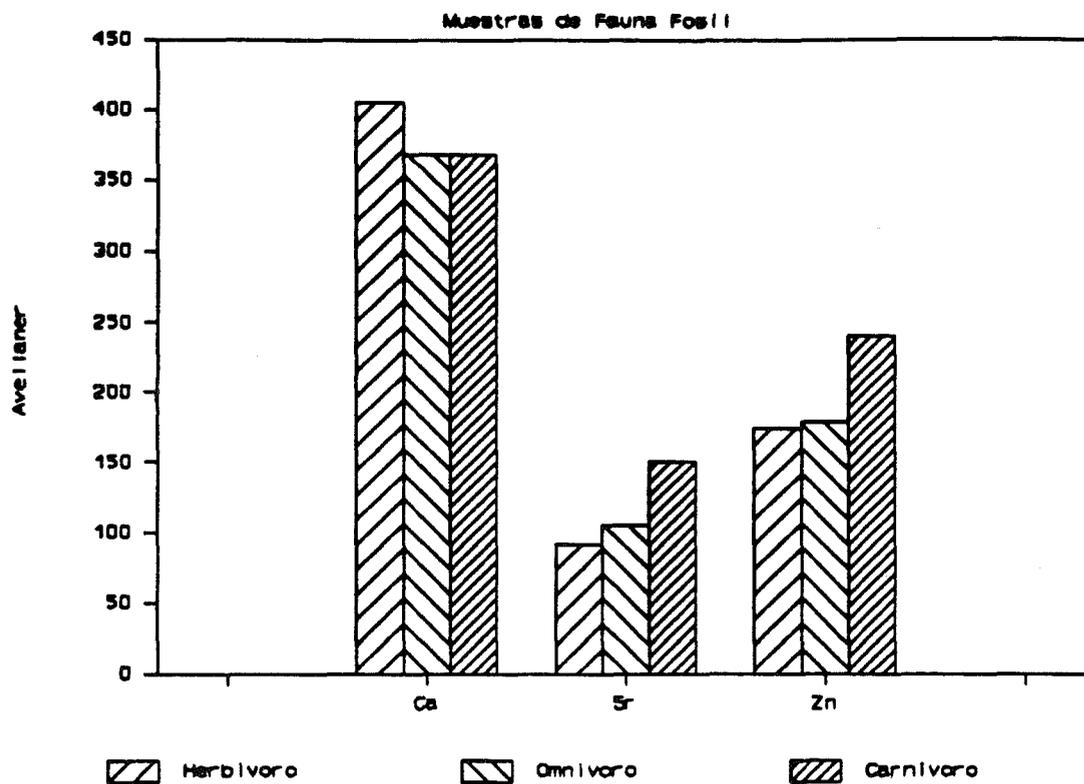


Figura IV.20. Concentraciones de Ca (mg/g), Sr (g/g) y Zn (g/g) en las muestras de fauna (herbívoro, omnívoro y carnívoro) del yacimiento de L'Avellaner

Se observa que las concentraciones de Sr y Zn son superiores en la fauna carnívora que en la herbívora.

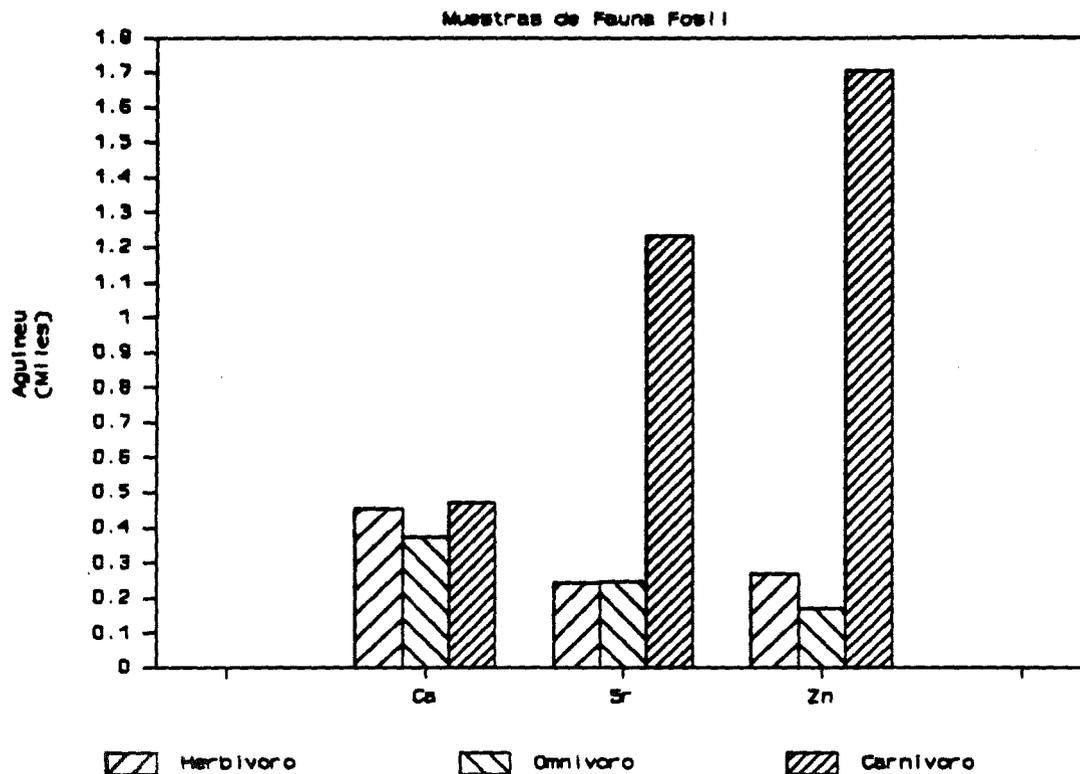


Figura IV.21. Concentraciones de Ca (mg/g), Sr (g/g) y Zn (g/g) en las muestras de fauna (herbívoro, omnívoro y carnívoro) del yacimiento de La Cova de la Guineu

Se presenta la misma tendencia en el yacimiento de La Guineu que en el de L'Avellaner. Sin embargo, en la Cova de la Guineu las concentraciones de Sr y Zn son muy superiores (por encima de 1 mg/g).

1.2.3.2. *Península Ibérica, Norte de Africa y Tierra del Fuego**Ca (mg/g), Sr (µg/g), Zn (µg/g)*

Las concentraciones de los elementos analizados en la fauna fósil para las series de la Península Ibérica, Norte de Africa y Tierra del Fuego se presentan en la tabla IV.7.

Tabla IV.7. Concentraciones de Ca, Sr, y Zn en fauna de los yacimientos de la Península Ibérica, Norte de Africa y Tierra del Fuego

	mg/g Ca			ug/g Sr			ug/g Zn		
	Media	Std	n	Media	Std	n	Media	Std	n
Amarga (B)									
herbívoros	298.3	46.9	2	741.2	5.9	2	155.3	13.8	2
conejo	251.4	0.0	1	735.4	0.0	1	169.1	0.0	1
ciervo	345.3	0.0	1	747.1	0.0	1	141.5	0.0	1
carnívoros	504.3	348.8	5	919.3	200.8	5	177.0	47.5	5
canis	569.3	361.9	4	976.1	185.2	4	170.7	51.2	4
adulto	617.6	406.5	3	990.0	212.0	3	173.7	58.8	3
joven	424.2	0.0	1	934.3	0.0	1	161.5	0.0	1
canis (esp) joven	244.2	0.0	1	692.3	0.0	1	202.3	0.0	1
Ceuta (P)									
herbívoros	613.2	18.9	6	306.0	56.5	6	149.6	44.3	6
Bos	627.6	15.9	3	299.9	9.5	3	130.7	38.1	3
ovicapra	598.8	6.7	3	312.1	78.9	3	168.4	42.0	3
peces (tunus)	351.1	11.5	3	626.1	74.0	3	199.3	61.8	3
Olmeda (M)									
herbívoros	350.2	47.9	13	152.7	49.9	13	146.9	41.6	13
Bos	358.9	0.8	2	157.7	50.3	2	127.2	16.1	2
Bos (esp)	355.4	0.0	1	116.6	0.0	1	156.7	0.0	1
herbívoros	349.1	16.9	3	127.3	29.7	3	118.8	12.2	3
conejo	407.4	1.7	3	223.4	22.5	3	207.8	41.3	3
ovicapra	293.9	65.9	2	105.8	13.8	2	129.0	19.5	2
ciervo	310.6	19.4	2	144.8	3.2	2	130.3	5.7	2
Fueguinos									
foca	401.6	6.3	3	319.2	36.9	3	176.4	33.8	3
ballena	384.1	0.0	1	511.8	0.0	1	184.0	0.0	1

Zn/Ca, Sr/Ca, Sr/Ca(c) O.R.

En la tabla IV.8. se muestran los índices calculados para la fauna de las series de la Península Ibérica, Norte de Africa y Tierra del Fuego. Las figuras IV.22. y IV.23. muestran los índices de Zn/Ca y Sr/Ca, respectivamente, de la fauna herbívora.

Tabla IV.8. Índices de Zn/Ca, Sr/Ca y O.R. de la fauna de los yacimientos de la Península Ibérica, Norte de Africa y Tierra de Fuego estudiados

	Zn/Ca			Sr/Ca			Sr/Ca (c)		
	Media	Std	n	Media	Std	n	Media	Std	n
Amarga (B)									
herbívoros	0.54	0.13	2	2.54	0.38	2	1.00	0.15	2
conejo	0.67	0.00	1	2.92	0.00	1	1.15	0.00	1
ciervo	0.41	0.00	1	2.16	0.00	1	0.85	0.00	1
carnívoros	0.49	0.25	5	2.45	1.14	5	0.96	0.45	5
canis	0.40	0.21	4	2.35	1.26	4	0.92	0.50	4
adulto	0.41	0.24	3	2.40	1.45	3	0.94	0.57	3
joven	0.38	0.00	1	2.20	0.00	1	0.87	0.00	1
canis (esp) joven	0.83	0.00	1	2.84	0.00	1	1.11	0.00	1
Ceuta (P)									
herbívoros	0.25	0.08	6	0.50	0.10	6	0.96	0.19	6
Bos	0.21	0.07	3	0.48	0.02	3	0.92	0.05	3
ovicapra	0.28	0.07	3	0.52	0.14	3	1.00	0.26	3
peces (tunus)	0.57	0.17	3	1.78	0.16	3	3.41	0.31	3
Olmeda (M2)									
herbívoros	0.42	0.11	13	0.43	0.11	13	0.75	0.19	13
Bos	0.35	0.05	2	0.44	0.14	2	0.76	0.24	2
Bos (esp)	0.44	0.00	1	0.33	0.00	1	0.56	0.00	1
herbívoros	0.34	0.04	3	0.37	0.10	3	0.64	0.17	3
conejo	0.51	0.10	3	0.55	0.06	3	0.94	0.10	3
ovicapra	0.48	0.17	2	0.37	0.04	2	0.63	0.06	2
ciervo	0.42	0.04	2	0.47	0.02	2	0.80	0.03	2
Fueguinos									
foca	0.44	0.08	3	0.79	0.08	3	1.00	0.10	3
ballena	0.48	0.00	1	1.33	0.00	1	1.68	0.00	1

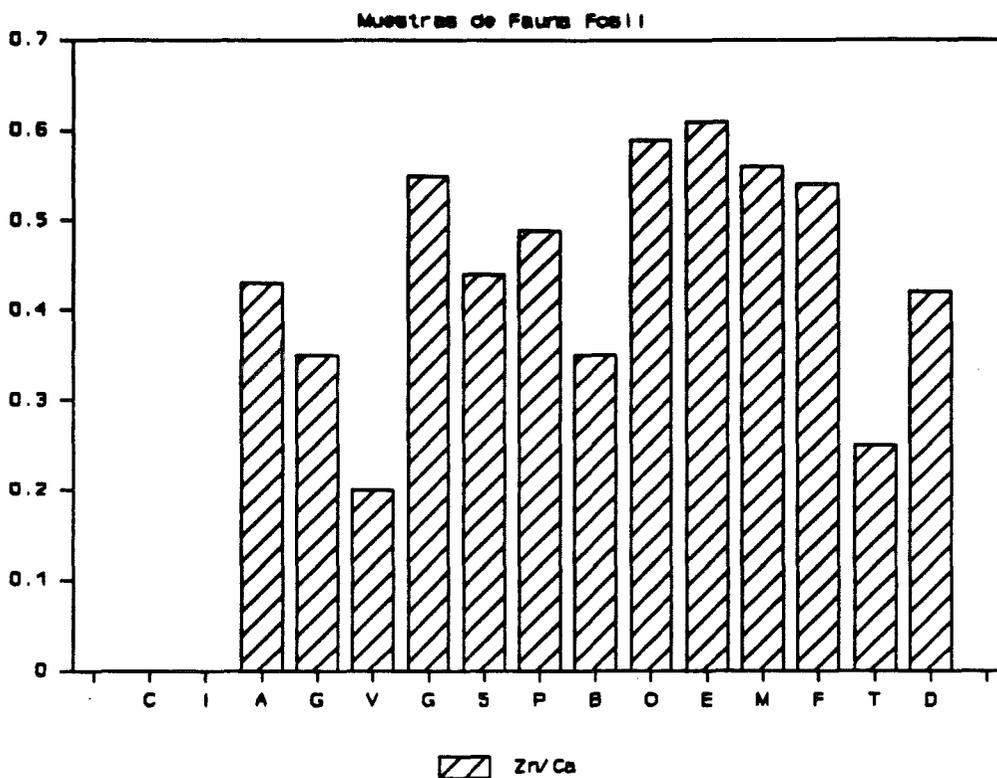


Figura IV.22. Índice Zn/Ca para la fauna herbívora de los yacimientos analizados. C: Cingle, I: Roc, A: Avellaner, G: Grimau, V: Vilobí, G: Guineu, S: Sargantana, P: Polígon, B: Son Real, O: Tarragona, E: Esquerda (herbívoros), M: Esquerda (Bos) F: Fuente Amarga, T: Ceuta, D: Olmeda

No se observa ningún patrón particular en los índices Zn/Ca de la fauna herbívora para los distintos yacimientos. Es de destacar, sin embargo, los altos valores encontrados, próximos a 0.6 en muchos casos.

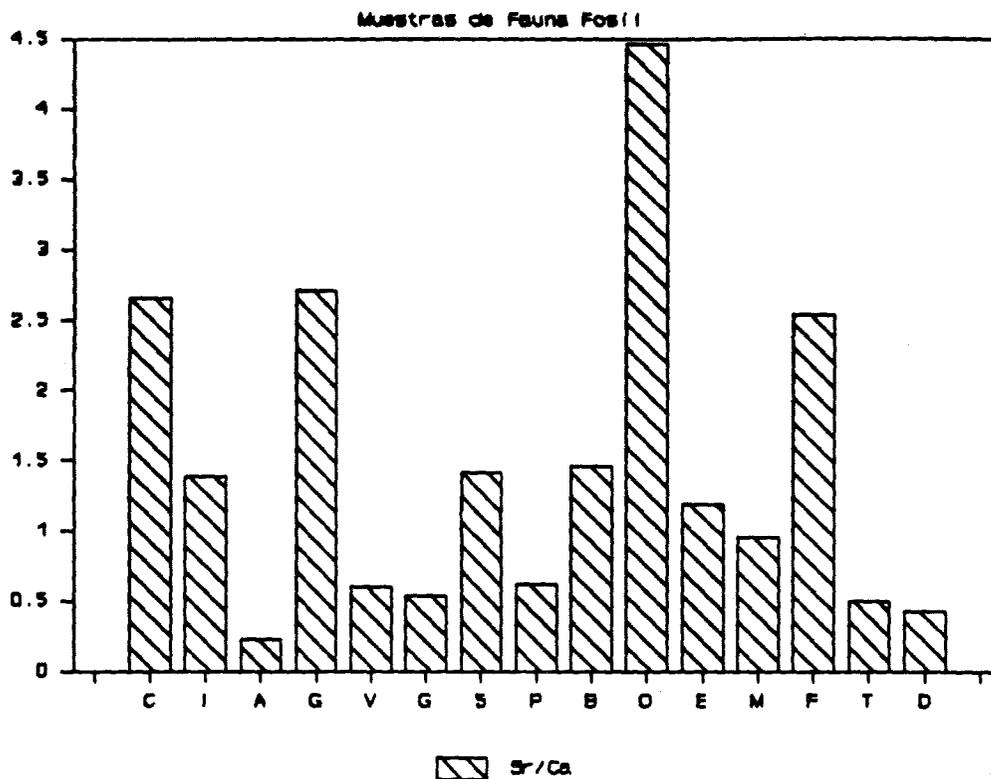


Figura IV.23. Índice Sr/Ca para la fauna herbívora de los yacimientos analizados. C: Cingle, I: Roc, A: Avellaner, G: Grimau, V: Vilobí, G: Guineu, S: Sargantana, P: Polígon, B: Son Real, O: Tarragona, E: Esquerda (herbívoros), M: Esquerda (Bos) F: Fuente Amarga, T: Ceuta, D: Olmeda

Los yacimientos de Tarragona, Cingle Vermell, Hort d'en Grimau y Fuente Amarga son los que tienen mayores índices de Sr/Ca.

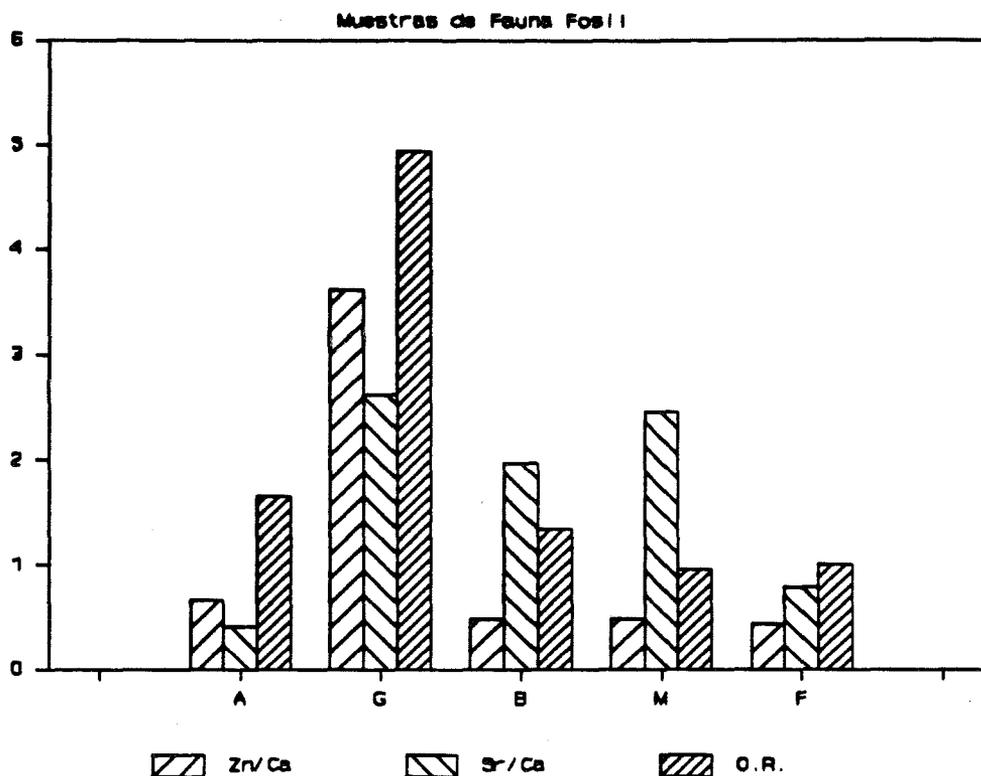


Figura IV.24. *Indices de Zn/Ca, Sr/Ca y O.R. calculados para las muestras de los carnívoros de los yacimientos analizados. A: Avellaner, G: Guineu, B: Son Real, M: Fuente Amarga, F: Tierra del Fuego*

Destacan los elevados valores del índice O.R. en la Cova de la Guineu. Tan solo en el caso de Fuente Amarga el índice O.R. es inferior a la unidad, indicando valores inferiores de Sr/Ca en carnívoros que en herbívoros. El índice Sr/Ca de los fueguinos está corregido con los carnívoros al no disponerse de herbívoros de esta serie.

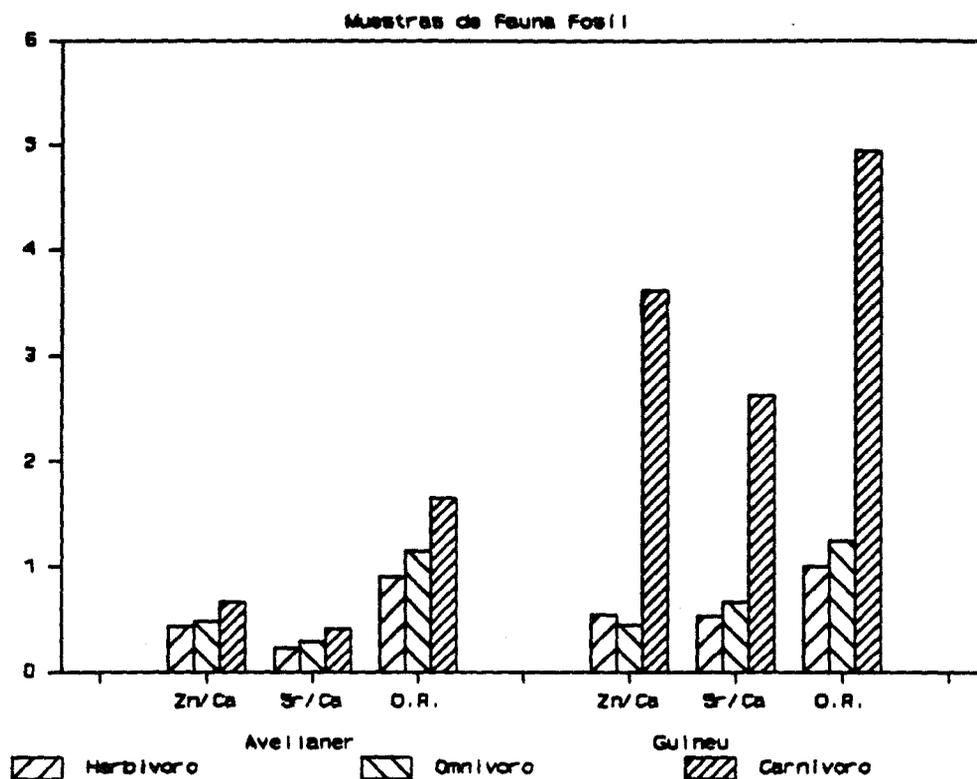


Figura IV.25. *Indices de Zn/Ca, Sr/Ca y O.R. para la fauna (herbívoros, omnívoros y carnívoros) de los yacimientos de L'Avellaner y La Cova de La Guineu*

En ambos yacimientos los índices de Zn/Ca, Sr/Ca y O.R. son superiores en carnívoros que en herbívoros. Las diferencias son más marcadas en La Cova de la Guineu que en L'Avellaner.

1.2.4. Concentración de Oligoelementos en las series estudiadas

Los resultados del análisis de oligoelementos en las series estudiadas se presentan separadamente por zonas y para los distintos periodos considerados. Los promedios para el total de la población estudiada, por grupos de edad y por sexos se muestran conjuntamente en la misma tabla. Entre paréntesis se indica el número de análisis realizados cuando se trata de un solo individuo sobre el que se ha repetido la medición varias veces.

1.2.4.1. Ca (mg/g), Sr ($\mu\text{g/g}$) y Zn ($\mu\text{g/g}$) en Series Epipaleolíticas, Neolíticas y Calcolíticas de Cataluña y Baleares

Tabla IV.9. Concentraciones de Ca, Sr y Zn en series Epipaleolíticas, Neolíticas y Calcolíticas de Cataluña y Baleares

	Edad	Sexo	mg/g Ca			ug/g Sr			ug/g Zn		
			Media	Std	n	Media	Std	n	Media	Std	n
Cingle	A	?	376.0	16.3	(3)	1609.8	243.0	(3)	143.3	24.3	(3)
Roc	A	F	383.0	0.0	1	412.5	0.0	1	177.2	0.0	1
Roc1	A	F	381.3	0.0	1	438.1	0.0	1	271.1	0.0	1
Roc2	A	F	386.5	0.0	1	407.6	0.0	1	448.1	0.0	1
Roc(esp.)	A	F	338.4	0.0	1	150.9	0.0	1	143.4	0.0	1
Avellaner	A	?	358.0	16.5	11	100.4	11.4	11	245.6	373.2	11
Grimau			276.6	78.9	9	201.2	72.7	9	116.1	27.5	9
	I		259.1	0.0	1	225.3	0.0	1	93.4	0.0	1
	A		278.8	83.4	8	198.2	76.6	8	118.9	27.9	8
		?	297.7	88.2	6	166.0	60.6	6	128.4	24.8	6
		F	234.3	20.9	3	271.6	32.7	3	91.4	11.2	3
Vilobí	A	?	360.1	0.0	1	280.9	0.0	1	96.1	0.0	1
Abella	A	M	385.1	0.0	1	1101.4	0.0	1	104.0	0.0	1
Guineu	A	?	408.4	22.0	29	122.5	32.4	29	166.6	46.5	29
	I		389.3	9.6	2	143.2	23.9	2	180.0	39.1	2
	J		331.8	0.0	1	186.4	0.0	1	178.0	0.0	1
	A		412.8	16.1	26	118.5	30.3	26	165.1	47.7	26
Sargantana		?	362.0	28.5	28	410.7	86.2	28	104.5	22.1	28
	J		338.7	11.1	3	498.5	105.2	3	125.8	9.2	3
	SA		386.1	23.7	4	437.7	69.2	4	114.8	33.5	4
	A		362.0	27.8	20	395.1	77.9	20	100.4	17.8	20
Malpàs	A		389.1	10.0	6	93.9	17.2	6	148.9	40.1	103

1.2.4.2. Ca (mg/g), Sr ($\mu\text{g/g}$) y Zn ($\mu\text{g/g}$) en Series del Bronce, Talayóticas y Romanas de Cataluña y Baleares

Tabla IV.10. Concentraciones de Ca, Sr y Zn en series del Bronce, Talayóticas y Romanas de Cataluña y Baleares

Edad	Sexo	mg/g Ca			ug/g Sr			ug/g Zn		
		Media	Std	n	Media	Std	n	Media	Std	n
Polígono		334.0	4.2	3	196.6	7.4	3	128.8	12.2	3
	J	334.0	0.0	1	205.7	0.0	1	144.6	0.0	1
	SA	339.1	0.0	1	196.6	0.0	1	115.0	0.0	1
	A	328.9	0.0	1	187.6	0.0	1	126.7	0.0	1
	?	334.0	0.0	1	205.7	0.0	1	144.6	0.0	1
	F	328.9	0.0	1	187.6	0.0	1	126.7	0.0	1
	M	339.1	0.0	1	196.6	0.0	1	115.0	0.0	1
Polígono (esp.)		322.4	22.2	2	173.4	7.5	2	127.9	23.2	2
(esp.)	SA M	344.7	0.0	1	180.8	0.0	1	104.7	0.0	1
(esp.)	A F	300.2	0.0	1	165.9	0.0	1	151.0	0.0	1
Polígono2	SA M	339.1	0.0	1	196.6	0.0	1	115.0	0.0	1
	A F	328.9	0.0	1	187.6	0.0	1	126.7	0.0	1
Son Real		362.7	7.5	32	298.8	63.3	32	109.6	69.3	32
	?	385.4	0.0	1	159.0	0.0	1	471.0	0.0	1
	A	362.0	6.4	31	303.3	59.0	31	97.9	24.6	31
	F	363.1	6.1	16	290.4	60.5	16	84.0	10.5	16
	M	360.7	6.5	15	317.0	54.2	15	112.7	26.7	15
Son Real2	A	347.8	96.8	10	232.6	47.3	10	94.0	14.1	10
	?	346.5	0.0	1	242.0	0.0	1	82.0	0.0	1
	F	382.8	14.2	6	223.6	52.4	6	96.7	12.5	6
	M	278.3	153.4	3	247.5	39.4	3	92.6	16.9	3
Tarragona		346.1	28.8	30	861.2	178.6	30	128.3	36.7	30
	F	345.5	30.6	15	906.2	180.5	15	120.7	32.1	15
	M	346.7	26.9	15	816.3	164.9	15	135.8	39.3	15
Alforja	A F	424.0	0.0	1	227.9	0.0	1	134.5	0.0	1

Las series base consideradas para los resultados del análisis de oligoelementos se indican en las tablas mediante el nombre del yacimiento sin numeración alguna a continuación. Las series indicadas con un número corresponden a la repetición de una parte de la muestra base con el fin de determinar el error de la técnica.